

**ARACELI GOEDERT**

**EFEITO DA PRÁTICA DE PILATES SOBRE O  
EQUILÍBRIO DE ATIRADORES**



**CURITIBA**

**2015**

**ARACELI GOEDERT**

**EFEITO DA PRÁTICA DE PILATES SOBRE O  
EQUILÍBRIO DE ATIRADORES**

**Dissertação apresentada como  
requisito parcial para a obtenção do  
Título de Mestre em Educação Física  
do Programa de Pós-Graduação em  
Educação Física, do Setor de Ciências  
Biológicas da Universidade Federal do  
Paraná.**

Orientador: Prof. Dr. André Luiz Félix Rodacki

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE EDUCAÇÃO FÍSICA

**Goedert, Araceli.**

**Efeito da prática de pilates sobre o equilíbrio de atiradores. /  
Araceli Goedert - Curitiba, 2015.  
97f ; il. ; color. ; 29cm.**

**Inclui bibliografia**

**Orientador: André Luiz Félix Rodacki.**

**Dissertação (Mestrado em Educação Física)-Setor de Ciências  
Biológicas. Universidade Federal do Paraná.**

**1. Controle postural. 2. Pilates. 3. Tiro. 4. Postura humana. I.  
Titulo**

**613.78  
G594**

ADALIR DE FATIMA PEREIRA  
BIBLIOTECÁRIA



Ministério da Educação  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
Setor de Ciências Biológicas  
Programa de Pós-Graduação em Educação Física



# TERMO DE APROVAÇÃO

**ARACELI GOEDERT**

## **“O efeito da prática de pilates sobre o equilíbrio de atiradores”**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Educação Física, Área de Concentração Exercício e Esporte, Linha de Pesquisa de Atividade Física e Saúde, do Programa de Pós-Graduação em Educação Física do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte Banca Examinadora:

Professor Dr. André Luiz Felix Rodacki  
Presidente/Orientador

Professor Dr. Paulo Cesar Barauce Bento  
Membro Interno

Professor Dr. Fernando Diefenthaler  
Membro Externo

Curitiba, 26 de Março de 2015.

## **AGRADECIMENTOS**

À minha família pelo suporte e paciência em todos os momentos, em especial à minha irmã Débora, pois sem ela as análises estatísticas seriam muito mais difíceis.

Ao meu companheiro Vitor, que mesmo longe esteve presente em todos os momentos, com de palavras de incentivo, motivação e disposição em ajudar.

Às colegas Fernanda e Paula pela paciência e por estarem sempre dispostas a escutar nos momentos difíceis.

Ao professor Dr. André Rodacki por possibilitar que o mestrado acontecesse e por compartilhar seus conhecimentos.

À Academia de Polícia Militar do Guatupê por permitir que o estudo fosse realizado em suas dependências e aos voluntários por participarem da pesquisa, mesmo tendo uma carga horária sobrecarregada!

## RESUMO

A manutenção do equilíbrio é fundamental para realização de práticas esportivas, em especial para esportes de precisão como o tiro, onde o equilíbrio é essencial para garantir um bom desempenho. Um dos meios para melhorar a estabilidade corporal é por meio da ativação do *core*. Composto pelos músculos posturais do tronco e pelve, o *core* auxilia a manutenção do equilíbrio por meio da dissociação da musculatura profunda (responsável pela estabilização da coluna), enquanto a musculatura global realiza os movimentos. Um dos métodos utilizados para trabalhar o *core* é o Pilates. Por meio de seis princípios (Centralização, Concentração, Controle, Precisão, Respiração e Fluidez) o Pilates melhora o equilíbrio estático e dinâmico, flexibilidade e a propriocepção. Com isso foram desenvolvidos dois objetivos para este estudo: 1. verificar a contribuição da estabilização central e do equilíbrio sobre o desempenho do atirador; 2. verificar os efeitos da prática do Pilates sobre o equilíbrio e estabilização central. Para isso, 32 cadetes da academia da Polícia Militar foram alocados em grupo controle (GC, n=17, 25.65 ±4.4 anos) e grupo experimental (GE, n=15, 25.33±3.10). O desempenho do tiro foi avaliado com um sistema óptico a laser (SCATT). Enquanto o equilíbrio estático foi avaliado por meio da plataforma de força (PF) nas condições: durante o disparo e em posição *tandem* sobre a espuma. O equilíbrio dinâmico também foi avaliado pela PF a partir do teste de tiro de reação. Enquanto a estabilização central foi aferida pelo teste de abaixamento das pernas. Para verificar a influência sobre o desempenho do tiro, foi realizada uma regressão múltipla por etapa ( $p \leq 0.05$ ) e para verificar o efeito do Pilates foi utilizado o teste Kruskal Wallis, com post Hoc utilizando o teste Mann-Whitney com valor de  $p$  corrigido por Bonferroni ( $p \leq 0.01$ ). Para ambas as análises, foram utilizados dados de 5s e 1s antes do disparo. Os resultados da regressão múltipla mostraram que quanto maior a oscilação corporal na direção ântero-posterior (DAP) pior o escore do atirador (para 1s  $R^2=0.232$ ). Além disso, os resultados da comparação mostraram que o Pilates melhora a estabilização central ( $p=0.000$ ), porém não foi suficiente para melhorar o equilíbrio ou o desempenho do atirador. A partir disso, conclui-se que um bom equilíbrio auxilia o sucesso no tiro, e que a prática de Pilates é eficaz para melhorar a estabilização central, porém não teve efeito sobre o desempenho do atirador.

Palavras-chave: controle postural, equilíbrio, tiro, Pilates, *core*.

## ABSTRACT

Maintaining balance is critical to performing sports activities, especially for precision sports such as shooting, where a good stability is essential to ensure good performance. One way to improve body stability is through core activation. Composed of the postural muscles of the trunk and pelvis, core helps maintain the balance by decoupling the deep muscles (responsible for the stabilization of the spine) meanwhile the global muscles perform the movements. One method to activate the core is Pilates. Through six principles (centering, concentration, control, precision, breath and fluidity) Pilates improves static and dynamic balance, flexibility and proprioception. Thus two objectives were developed for this study: 1. determine the association between core stability, balance and the shooter's performance; 2. verify the effects of Pilates practice on balance and core stability. For this, 32 cadets of the Academy of Military Police were divided into control group (CG,  $n = 17$ ,  $25.65 \pm 4.4$  years) and experimental group (EG,  $n = 15$ ,  $25.33 \pm 3.10$ ). The shooting performance was evaluated using an optical laser system (SCATT). Static balance was evaluated by force platform (FP) under the conditions: during shooting and tandem position on foam. Dynamic balance was also evaluated by FP during reaction shooting. The central stabilization was measured by double lowering legs (DLL). To check the influence on the shooting performance, a multiple regression stepway was performed ( $p \leq 0.05$ ) and to verify the effect of Pilates, the Kruskal Wallis test was used with post hoc by Mann-Whitney test with  $p$  value corrected by Bonferroni ( $p \leq 0.01$ ). For both analyzes, we used data from 5s and 1s before shooting. The results of multiple regression showed that the higher body sway toward posterior anterior (DAP) worse the shooter's score (for 1s  $R^2 = 0.232$ ). Meanwhile, the comparison results showed that Pilates improves core stability ( $p = 0.000$ ) but it was not able to improve balance or shooting performance. Thus, it follows that a good balance helps success in shooting, and that Pilates practice is effective to improve central stabilization, but had no effect on the shooter's performance.

Keywords: postural control, balance, shooting, Pilates, core.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. REPRESENTAÇÃO DOS ALVOS.....	24
FIGURA 2. CONSORT.....	35
FIGURA 3. PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO (1H).....	36
FIGURA 4. REPRESENTAÇÃO DO SISTEMA A LASER.....	37
FIGURA 5. REPRESENTAÇÃO DA TRAJETÓRIA PERCORRIDA PELA PROJEÇÃO DO LASER SOBRE O ALVO.....	38
FIGURA 6. REPRESENTAÇÃO DA PLATAFORMA DE FORÇA.....	39
FIGURA 7. EQUILÍBRIO POSIÇÃO <i>TANDEM</i> SOBRE A ESPUMA.....	41
FIGURA 8. TESTE DO TIRO.....	42
FIGURA 9. POSIÇÃO INICIAL DA ARMA PARA AVALIAÇÃO DO TESTE DE REAÇÃO.....	43
FIGURA 10. REPRESENTAÇÃO DO POSICIONAMENTO DA CÂMERA, PARA AVALIAÇÃO DO TEMPO DE REAÇÃO E TEMPO TOTAL DE AÇÃO.....	44
FIGURA 11. TEMPO DE REAÇÃO E TEMPO DE AÇÃO.....	44
FIGURA 12. REPRESENTAÇÃO DO TESTE DE ABAIXAMENTO DAS PERNAS.....	45
FIGURA 13. RELAÇÃO ENTRE O DESEMPENHO DO TIRO E O EQUILÍBRIO ESTÁTICO.....	50
FIGURA 14. PARÂMETROS DE EQUILÍBRIO ESTÁTICO REFERENTES AO PERÍODO DE 5S E 1S ANTES DO DISPARO.....	51
FIGURA 15. PARÂMETROS DO EQUILÍBRIO ESTÁTICO EM POSIÇÃO <i>TANDEM</i> SOBRE A ESPUMA ANTES (PRÉ) E APÓS (PÓS) O PERÍODO DE INTERVENÇÃO DO GRUPO CONTROLE (GC) E GRUPO EXPERIMENTAL (GE).....	52
FIGURA 16. PARÂMETROS DO EQUILÍBRIO DINÂMICO DURANTE O TIRO DE REAÇÃO ANTES (PRÉ) E APÓS (PÓS) O PERÍODO DE INTERVENÇÃO DO GRUPO CONTROLE (GC) E GRUPO EXPERIMENTAL (GE).....	53
FIGURA 17. TEMPO DE REAÇÃO (T. REAÇÃO) E TEMPO TOTAL DE AÇÃO (T. AÇÃO) ANTES (PRÉ) E APÓS (PÓS) O PERÍODO DE INTERVENÇÃO DO GRUPO CONTROLE (GC) E GRUPO EXPERIMENTAL (GE).....	54



FIGURA 18. ÂNGULO DO QUADRIL (ANG), REFERENTES AO TESTE DE CAPACIDADE DE ESTABILIZAÇÃO CENTRAL, ANTES (PRÉ) E APÓS (PÓS) O PERÍODO DE INTERVENÇÃO DO GRUPO CONTROLE (GC) E GRUPO EXPERIMENTAL (GE).....55

FIGURA 19. PARÂMETROS DO DESEMPENHO DO TIRO REFERENTES AO TEMPO DE 5S E 1S ANTES DO DISPARO, ANTES (PRÉ) E APÓS (PÓS) O PERÍODO DE INTERVENÇÃO DO GRUPO CONTROLE (GC) E GRUPO EXPERIMENTAL (GE).....56

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1. CATEGORIAS DISPUTADAS NOS JOGOS OLÍMPICOS.....	26
TABELA 2. ROTINAS PARA O CÁLCULO DAS VARIÁVEIS DE TIRO USANDO O PROGRAMA MATLAB.....	38
TABELA 3. ROTINAS PARA O CÁLCULO DAS VARIÁVEIS DE EQUILÍBRIO USANDO O PROGRAMA MATLAB.....	40
TABELA 4. DESEMPENHO DO TIRO, EQUILÍBRIO ESTÁTICO (5S E 1S), EQUILÍBRIO DINÂMICO E ESTABILIZAÇÃO CENTRAL (MÉDIA ( $\pm$ DESVIO PADRÃO)).....	48
TABELA 5. REGRESSÃO MÚLTIPLA DO DESEMPENHO DO TIRO E ESTABILIZAÇÃO CENTRAL .....	49
TABELA 6. REGRESSÃO MÚLTIPLA ( $R^2$ ) DO DESEMPENHO DO TIRO E PARÂMETROS DE EQUILÍBRIO PARA 1S E 5S ANTES DO DISPARO.....	49

## LISTA DE SIGLAS

<b>SNC</b>	Sistema Nervoso Central
<b>CM</b>	Centro de Massa
<b>CG</b>	Centro de Gravidade
<b>CP</b>	Centro de Pressão
<b>BOS</b>	Base de Suporte
<b>TA</b>	Transverso do Abdômen
<b>GC</b>	Grupo Controle
<b>GE</b>	Grupo Experimental
<b>PF</b>	Plataforma de Força
<b>DT tiro</b>	Distância total percorrida pela projeção do laser
<b>DV tiro</b>	Distância percorrida pela projeção do laser no eixo vertical
<b>DH tiro</b>	Distância percorrida pela projeção do laser no eixo horizontal
<b>AR tiro</b>	Área percorrida pela projeção do laser
<b>DT</b>	Distância total percorrida pelo centro de pressão
<b>DAP</b>	Distância percorrida pelo centro de pressão na direção ântero-posterior
<b>DML</b>	Distância percorrida pelo centro de pressão na direção médio-lateral
<b>AREA</b>	Área percorrida pelo centro de pressão
<b>T. Reação</b>	Tempo de reação
<b>T. Ação</b>	Tempo de ação

**ANG**

Ângulo do quadril – teste de estabilização central

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
1.1. OBJETIVO GERAL.....	15
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
1.3. HIPÓTESES DO ESTUDO .....	16
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>17</b>
2.1. CONTROLE POSTURAL.....	17
2.1.1. CONTROLE POSTURAL E SISTEMAS SENSORIAIS .....	19
2.1.2. SISTEMA NEUROMUSCULAR E CONTROLE POSTURAL .....	20
2.1.3. EQUILÍBRIO E A PRÁTICA DE EXERCÍCIOS.....	21
2.2. TIRO .....	23
2.2.1. TIRO DEFENSIVO .....	25
2.2.2. TIRO ESPORTIVO.....	26
2.2.3. VARIÁVEIS QUE INFLUENCIAM O TIRO .....	27
2.3. TREINAMENTO DE TIRO .....	29
2.3.1. O MÉTODO PILATES.....	31
<b>3. MÉTODOS.....</b>	<b>34</b>
3.1. PARTICIPANTES .....	34
3.2. INSTRUMENTOS E PROCESSAMENTO .....	37
3.2.1. DESEMPENHO DO TIRO .....	37
3.2.2. AVALIAÇÃO ESTABILOMÉTRICA.....	39
3.2.3. TEMPO DE REAÇÃO E AÇÃO. ....	43
3.2.4. ESTABILIZAÇÃO CENTRAL.....	45
3.3. PROTOCOLO DE TREINAMENTO .....	46
3.4. ANÁLISE ESTÁTISTICA.....	47
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>48</b>
4.1. RELAÇÃO ENTRE O TIRO, ESTABILIZAÇÃO CENTRAL E EQUILÍBRIO.....	48
4.2. EFEITO DA PRÁTICA DE PILATES .....	50

4.2.1. EQUILÍBRIO ESTÁTICO DURANTE O TESTE DO TIRO .....	50
4.2.2. EQUILÍBRIO ESTÁTICO EM POSIÇÃO <i>TANDEM</i> .....	52
4.2.3. EQUILÍBRIO DINÂMICO DURANTE O TESTE DE TIRO DE REAÇÃO. ....	53
4.2.4. TEMPO DE REAÇÃO E TEMPO TOTAL DE AÇÃO.....	54
4.2.5. ESTABILIZAÇÃO CENTRAL .....	54
4.2.6. DESEMPENHO DO TIRO.....	55
 <b>5. DISCUSSÃO.....</b>	<b>57</b>
 5.1. A INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS DE EQUILÍBRIO E A ESTABILIZAÇÃO CENTRAL SOBRE O DESEMPENHO DO TIRO. ....	57
5.2. EFEITO DA PRÁTICA DO PILATES SOBRE ESTABILIZAÇÃO CENTRAL, TEMPO DE REAÇÃO E AÇÃO, EQUILÍBRIO E DESEMPENHO DE ATIRADORES.	60
 <b>6. CONCLUSÃO .....</b>	<b>64</b>
 <b>7. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>65</b>
 <b>APÊNDICES .....</b>	<b>74</b>
 <b>ANEXOS .....</b>	<b>94</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A prática de atividades físicas e exercícios requerem do indivíduo uma habilidade de controlar a postura e manter o equilíbrio (WOOLLACOTT, 1993). O equilíbrio postural se refere à habilidade de manter a posição do corpo, especificamente o centro de massa, dentro dos limites da estabilidade, por meio da relação entre as forças internas (mecânicas e fisiológicas) e externas (gravitacional) que agem sobre o corpo (HORAK e MACPHERSON, 1996; BARELA, 2000; CARVALHO e ALMEIDA, 2009). Essas forças não são constantes e durante a postura estática, sujeitos normais oscilam para frente e para trás, para um lado e outro, como um pêndulo invertido (WINTER, 1995). Essas oscilações são detectadas pelo sistema sensorial e informadas ao sistema neuromuscular, que por meio de contrações musculares de baixa intensidade, faz com que o corpo retorne a posição inicial (BARELA, 2000), restituindo equilíbrio ao sistema.

Os sistemas sensorial, neuromotor e nervoso central são responsáveis por manter a posição do corpo (HORAK e MACPHERSON, 1996; FREITAS e DUARTE, 2006). A integração entre os sistemas e respostas eficazes do sistema neuromuscular são fundamentais para a realização de tarefas, especialmente em tarefas de precisão, que requerem pequenas oscilações corporais e assim podem definir o sucesso da atividade.

O tiro é um exemplo de atividade de precisão, cujo desempenho é altamente influenciado pela habilidade de controlar a postura. Neste caso, pequenas oscilações podem causar variações importantes sobre a extremidade livre (modelo do pêndulo invertido) e reduzir a precisão (BALL, BEST e WRIGLEY, 2003a; HAWKINS e SEFTON, 2011).

O tiro pode ser dividido em duas categorias: o tiro defensivo e o tiro esportivo. O tiro defensivo é realizado por pessoas que caçam, praticam por hobby ou em situações de defesa pessoal. O tiro defensivo é tipicamente empregado por policiais, que devem sacar e apontar a arma com precisão e de forma rápida (FPRTE, 2013; CBTD, 2014). Na prática, os policiais passam por situações, nas quais têm que tomar decisões rápidas e eficientes, o que pode influenciar o desempenho do tiro

(ZATSIORSKY e AKTOV, 1990; MARION, 1998; GOODMAN *et al.*, 2009). No âmbito esportivo, o tiro esportivo também apresenta demandas similares, que requerem pouco tempo antes de atirar em um alvo fixo, colocado a uma determinada distância (IPSC, 2014). Neste caso o controle da postura e da posição da arma são fundamentais para obter bons escores (AALTO *et al.*, 1990; ZATSIORSKY e AKTOV, 1990; ERA *et al.*, 1996; HAWKINS e SEFTON, 2011).

Alguns estudos têm demonstrado que atletas de elite apresentam melhor estabilidade corporal, menor flutuação da mira da arma, menor tempo de reação e de tomada de decisão quando comparados a atletas amadores ou indivíduos não treinados (AALTO *et al.*, 1990; ZATSIORSKY e AKTOV, 1990; VIITASALO *et al.*, 2001; BALL, BEST e WRIGLEY, 2003a; BACA e KORNFEIND, 2012). Portanto, esses resultados indicam que o desempenho do tiro pode ser aperfeiçoado a partir de melhorias do controle postural (HRYSOMALLIS, 2011; RICOTTI, 2011). O controle postural na posição ereta é resultante da sinergia de forças que controlam pequenas oscilações corporais e que são equilibradas pelas contrações de músculos específicos. Os músculos profundos do tronco conhecidos por formarem o *core* tem sido apontados como grandes auxiliares da manutenção do equilíbrio (MUSCOLINO e CIPRIANI, 2004; KLOUBEC, 2011; MARÉS *et al.*, 2012; MIYAKE *et al.*, 2012). Os músculos transverso do abdômen e multifídio são considerados como os principais responsáveis pela estabilização da região lombar e sua ativação antecipada permite melhor controle durante a realização do movimento dos membros superiores (HODGES e RICHARDSON, 1999; MINVIELLE e AUDIFFREN, 2000).

Nesse sentido, diferentes técnicas têm sido desenvolvidas para estimular os músculos estabilizadores, como por exemplo, o método Pilates. O método parte do princípio de recrutar a musculatura de maneira controlada, por meio de movimentos suaves e contínuos que podem prover melhorias sobre o equilíbrio dinâmico e estático (SEGAL, HEIN e BASFORD, 2004; JOHNSON *et al.*, 2007b; KAESLER *et al.*, 2007a; SEKENDIZ *et al.*, 2007; CRUZ-FERREIRA *et al.*, 2011).

Dessa forma, o treinamento com um método que ative a musculatura do *core* e estimule a dissociação dos músculos gerais e globais, como o Pilates, pode prover melhorias importantes sobre o controle postural e, conseqüentemente, sobre o desempenho dos atiradores em condições de tiro defensivo e esportivo.



### 1.1. OBJETIVO GERAL

Verificar a contribuição da estabilização central e do equilíbrio para o desempenho do atirador.

Determinar o efeito do treinamento da musculatura estabilizadora do tronco por meio do método Pilates sobre o equilíbrio, tempo de reação e ação, estabilização central e desempenho de atiradores.

### 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar se a estabilização central e os parâmetros de equilíbrio estático e dinâmico influenciam o desempenho de atiradores.
- Determinar o efeito do treinamento da musculatura estabilizadora do tronco por meio do método Pilates sobre o controle postural de atiradores.
- Determinar o efeito do treinamento da musculatura estabilizadora do tronco por meio do método Pilates sobre tempo em que o atirador demora para reagir e para completar a ação a partir de um estímulo sonoro.
- Determinar o efeito do treinamento da musculatura estabilizadora do tronco por meio do método Pilates sobre a estabilização central do corpo.
- Determinar o efeito do treinamento da musculatura estabilizadora do tronco por meio do método Pilates sobre o desempenho de atiradores de tiro esportivo (escore e controle da arma).

### 1.3. HIPÓTESES DO ESTUDO

Com base nos objetivos do estudo, as seguintes hipóteses foram testadas:

H<sub>1</sub>: A estabilização central influencia o desempenho do atirador;

H<sub>2</sub>: Um conjunto de variáveis (parâmetros estabilométricos) que representam o equilíbrio dinâmico e estático influencia o desempenho do atirador;

H<sub>3</sub>: Os parâmetros estabilométricos que representam o equilíbrio dos atiradores melhoram com o treinamento da musculatura estabilizadora do tronco por meio do método Pilates;

H<sub>4</sub>: Os tempos de ação e reação de atiradores de tiro defensivo diminuem com o treinamento da musculatura estabilizadora do tronco por meio do método Pilates;

H<sub>5</sub>: A estabilização central dos atiradores melhora com o treinamento da musculatura estabilizadora do tronco por meio do método Pilates;

H<sub>6</sub>: O score e a flutuação da arma que representam o desempenho do atirador melhoram com o treinamento da musculatura estabilizadora do tronco por meio do método Pilates;

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. CONTROLE POSTURAL

Uma variedade de posturas é adotada pelo indivíduo durante a realização das atividades diárias como caminhar, levantar, sentar ou ficar em pé parado. Para realizar a postura desejada é necessário ativar o sistema de controle postural, responsável pela manutenção do equilíbrio e pela orientação do corpo no espaço (HORAK e MACPHERSON, 1996; RAGNARSDÓTTIR, 1996; FREITAS e DUARTE, 2006). A orientação postural é a habilidade de manter uma relação apropriada entre os segmentos corporais, uns em relação aos outros e em relação ao ambiente, depende do controle do alinhamento corporal e das informações dos sistemas sensoriais, principalmente sistema vestibular, visual e somatossensorial (WINTER, 1995; HORAK, 2006; CARVALHO e ALMEIDA, 2009).

Enquanto o equilíbrio postural se refere à capacidade de manter a posição do corpo, especificamente o centro de massa, dentro dos limites da estabilidade (HORAK, 2006; MATSUMURA e AMBROSE, 2006; DUARTE e FREITAS, 2010). A condição de equilíbrio depende de forças e momentos de forças que são aplicadas sobre o corpo constantemente. Essas forças podem ser de origem externa (gravitacional, inercial, de atrito e de reação) ou interna (contrações musculares ou perturbações fisiológicas como respiração e batimento cardíaco). O estado de equilíbrio se dá quando a somatória dessas forças é igual à zero. O que não acontece com o corpo e por isso, consideramos que o corpo está em constante desequilíbrio (HORAK e MACPHERSON, 1996; ENOKA, 2000; FREITAS e DUARTE, 2006; CARVALHO e ALMEIDA, 2009).

O equilíbrio pode ser estático (em repouso) ou dinâmico (durante o movimento). O equilíbrio estático consiste em manter uma base de suporte com o mínimo de movimento possível, enquanto o equilíbrio dinâmico é a habilidade de manter ou readquirir uma posição estável, durante a realização de uma tarefa ou sobre uma base instável (KINZEY e ARMSTRONG, 1998; MATSUMURA e AMBROSE, 2006; HRYSONALLIS, 2011; GRIBBLE, HERTEL e PLISKY, 2012).

O controle postural depende da interação de outros sistemas, além do sistema sensorial. Bons exemplos são a interação com o sistema motor, cuja função é ativar corretamente os músculos para realização do movimento. Ou a interação com o sistema nervoso central (SNC), que se relaciona com todos os outros sistemas, proporcionando uma ação motora apropriada, e por consequência a manutenção da postura (HORAK e MACPHERSON, 1996; MATSUMURA e AMBROSE, 2006; CARVALHO e ALMEIDA, 2009).

Para entender alguns mecanismos do controle postural é necessário compreender alguns aspectos biomecânicos como centro de massa (CM), centro de gravidade (CG), centro de pressão (CP) e base de suporte (BOS). O centro de massa é definido por Winter (1995) como o ponto equivalente ao total da massa corporal em um sistema de referência global e é a média do centro de massa de cada segmento corporal. A projeção vertical do CM no solo, ou o ponto de aplicação da força gravitacional resultante sobre o corpo, é chamado de centro de gravidade (DUARTE e FREITAS, 2010). O centro de pressão é definido pelo ponto de aplicação resultante das forças verticais que agem sobre a superfície de suporte (WINTER, 1995; DUARTE e FREITAS, 2010). Considerado um parâmetro de equilíbrio, o CP é o resultado da resposta neuromuscular do balanço do CM (MOCHIZUKI e AMADIO, 2003; 2006). A BOS refere-se à área formada pela lateral dos pés e está associada ao limite de estabilidade. O aumento da área da base de suporte pode proporcionar um aumento da estabilidade (DUARTE e FREITAS, 2010).

O equilíbrio é, comumente, avaliado pela plataforma de força, que consiste de uma placa colocada sobre sensores de pressão que medem componentes de força e de momento de força (DUARTE e FREITAS, 2010). Ball et al, 2001 utilizou a plataforma de força para aferir os parâmetros de equilíbrio de atiradores de pistola. O estudo avaliou a distância percorrida e a amplitude percorrida pelo centro de pressão no período de 1s antes do tiro de cinco atletas de elite. Os resultados encontrados foram: distância percorrida pelo COP na direção ântero-posterior ( $3,0 \pm 1,0$ ); distância percorrida pelo COP na direção médio lateral ( $1,9 \pm 0,3$ ); Amplitude percorrida pelo COP na direção ântero-posterior ( $2,3 \pm 0,5$ ); Amplitude percorrida pelo COP na direção médio lateral ( $1,0 \pm 0,2$ ). A plataforma de força também pode ser utilizada para verificar o equilíbrio com perturbação ou equilíbrio dinâmico (RICOTTI, 2011). A utilização de superfícies instáveis ou a movimentação de

membros superiores durante a avaliação do controle postural promove uma avaliação mais próxima ao equilíbrio dinâmico usado em uma atividade ou prática de esporte, por exemplo (LARCOM, 2013).

O controle postural é considerado uma habilidade motora complexa, dependente da integração de múltiplos processos sensoriais motores (HORAK, 2006). A seguir serão abordados os sistemas que auxiliam na manutenção do equilíbrio.

### 2.1.1. Controle Postural e Sistemas Sensoriais

Três sistemas sensoriais são envolvidos no controle postural: o sistema visual, o sistema vestibular e o sistema somatossensorial. Cada um tem sua importância específica para a manutenção do equilíbrio.

A função da visão é orientar a posição da cabeça e seus movimentos em relação ao ambiente. O sistema visual é envolvido no planejamento da locomoção e reações antecipatórias, auxilia a evitar obstáculos pelo caminho e atua na estabilização tardia das correções posturais (WINTER, 1995; HORAK, SHUPERT e HERDMAN, 2002; CARVALHO e ALMEIDA, 2009). O sistema visual detecta a luz que permite identificar imagens. Essas imagens fornecem informações sobre o ambiente, sobre objetos no espaço e sobre a direção e velocidade dos objetos e do próprio corpo em relação ao ambiente (MOCHIZUKI e AMADIO, 2006).

As informações visuais podem ser periféricas, capacidade de ver os campos laterais; ou frontal, quando o olhar é dirigido para frente (WINTER, 1995; HORAK e MACPHERSON, 1996). A visão atua como importante fonte de dados sensoriais e melhora o desempenho do controle postural, porém, em algumas situações, o sistema visual pode ocasionar erros de interpretação, dificultando a distinção do movimento de um objeto externo em relação ao movimento do próprio corpo (WINTER, 1995; MACEDO *et al.*, 2008)

O sistema vestibular fornece ao sistema nervoso central referências sobre os movimentos e a posição da cabeça, assim como, a direção da gravidade. Esse conhecimento é usado para alinhar a cabeça e o corpo e orientá-los em relação ao plano vertical (HORAK, SHUPERT e HERDMAN, 2002). O aparelho vestibular está

inserido no ouvido interno e consiste dos órgãos otolíticos e dos canais semicirculares, que detectam a aceleração linear e movimentos rotacionais respectivamente. Além da função sensorial, o sistema vestibular também atua como parte do sistema motor, estabilizando a cabeça e controlando o centro de massa em posições estáticas e dinâmicas (HORAK, SHUPERT e HERDMAN, 2002; MOCHIZUKI e AMADIO, 2006).

Por sua vez, o sistema somatossensorial é composto por vários receptores espalhados pelo corpo humano. Estes respondem a diferentes estímulos como toque, dor, temperatura e propriocepção, e são responsáveis por determinar a configuração dos segmentos corporais (HORAK e MACPHERSON, 1996; CARVALHO e ALMEIDA, 2009). Os receptores somatossensoriais estão presentes na pele, no músculo, tendões, ligamentos e tecidos cognitivos. Eles incluem: os fusos musculares (informam sobre a intensidade do alongamento do músculo); o órgão tendinoso de Golgi (informam o nível de força gerado pelo músculo e tendão); receptores articulares (sensíveis ao movimento dos tendões e articulações); mecanorreceptores como corpúsculos de Pacini (sensíveis à vibração); e terminações de Ruffini (sensíveis ao alongamento da pele) (MOCHIZUKI e AMADIO, 2006; CARVALHO e ALMEIDA, 2009).

Cada sistema tem qualidades diferentes em termos de resolução e importância, sua confiabilidade pode variar dependendo do tipo de tarefa a ser realizada e das condições do ambiente. Entretanto, todos os dados obtidos pelo sistema sensorial são enviados para o SNC, o qual seleciona respostas para uma ação efetiva. Quem executa essas respostas é o sistema musculoesquelético (ENOKA, 2000; HORAK, 2006).

#### 2.1.2. Sistema Neuromuscular e Controle Postural

O sistema nervoso central é responsável por integrar as informações sensoriais sobre a configuração do corpo no espaço, e a partir delas selecionar respostas motoras adequadas. Essas respostas se referem a ativações musculares que objetivam manter o alinhamento corporal, o CM dentro da base de suporte, dar estabilidade ao corpo suportando as forças internas ou externas que agem sobre ele

e estabilizá-lo durante a realização de movimentos voluntários (DE FREITAS, 2005; IQBAL, 2011).

O controle do deslocamento do CM é dado por meio de mecanismos compensatórios como o aumento da rigidez inter-segmentar. Essa rigidez é causada pela ativação tônica dos músculos posturais e de componentes passivos dos músculos (tecido conectivo elástico) e das articulações (cápsula articular e ligamentos) (FREITAS e DUARTE, 2006; JÚNIOR e BARELA, 2006).

Durante a postura ereta, o equilíbrio é mantido a partir de um ciclo percepção-ação, que é a integração entre os sistemas sensorial e neuromuscular. Quando o sistema sensorial detecta uma oscilação do corpo para frente, os músculos posteriores dos membros inferiores e do tronco são ativados fazendo com que o corpo retorne a posição inicial (BARELA, 2000; JÚNIOR e BARELA, 2006)

Dependendo da intensidade da perturbação aplicada sobre o corpo são necessárias estratégias motoras para restaurar o equilíbrio corporal. Existem três estratégias mais comumente usadas: A estratégia de tornozelo, na qual o corpo se move ao nível do tornozelo como um pêndulo invertido; a estratégia do quadril, utilizada quando a base de suporte diminui ficando mais instável; e a estratégia do passo, que é utilizada para evitar quedas, sendo caracterizada pela ativação inicial dos abdutores de quadril e co-contração do tornozelo (GAGE *et al.*, 2004; HORAK, 2006; CARVALHO e ALMEIDA, 2009; RICOTTI, 2011).

A seleção de estratégias de respostas adequadas, a ativação muscular e um bom relacionamento entre os sistemas sensoriais, músculo-esquelético e neural, determinam o desempenho positivo do sistema de controle postural (ENOKA, 2000). Sendo que este é importante para a realização de atividades da vida diária e base fundamental para a prática de esportes.

### 2.1.3. Equilíbrio e a prática de exercícios

O equilíbrio é fundamental para a realização de atividades físicas e exercícios. Alguns estudos apontam que atletas e indivíduos que praticam esportes apresentam um equilíbrio melhor quando comparadas à população menos ativa (HRYSMALLIS, 2011). Perrin *et al.* (2002) avaliou a capacidade de controlar a

postura de judocas de alto-nível, bailarinos profissionais e indivíduos que não praticavam exercícios. Os resultados mostraram que judocas e bailarinos conseguem controlar melhor a postura quando comparados a não praticantes em condição de olhos abertos. Contudo em condições de olhos fechados, apenas judocas apresentaram melhor estabilidade. Bressel *et al.* (2007) também compararam o equilíbrio estático (*Balance Error Scoring System (BESS)*) e dinâmico (*Star Excursion Balance Test (SEBT)*) de atletas de basquete, futebol e ginastas e conclui que jogadoras de basquete apresentam pior equilíbrio estático quando comparadas às ginastas e pior equilíbrio dinâmico quando comparadas aos jogadores de futebol. Enquanto ginastas e jogadores de futebol mostraram ter a mesma capacidade em controlar a postura.

Alguns estudos sugerem que a melhora do equilíbrio se dá devido ao treinamento repetitivo que influencia as respostas motoras (RICOTTI, 2011). Além disso, a especificidade de alguns esportes, principalmente os que desafiam o sistema sensorio-motor, influenciam de maneira diferente a capacidade de controlar a postura (PERRIN *et al.*, 2002; BRESSEL *et al.*, 2007).

A realização de atividades, como manter-se numa posição estática, pode ser feita com o mínimo de atenção e mesmo assim apresentar uma oscilação mínima do corpo. Contudo, ao acrescentar uma nova tarefa (dupla tarefa) como uma tarefa cognitiva, por exemplo, a atenção é voltada para a segunda tarefa em questão, e por consequência aumenta a oscilação corporal (KANG e LIPSITZ, 2010). Alguns estudos avaliaram o equilíbrio durante a marcha enquanto os participantes realizavam tarefas concorrentes como repetir uma sequência de números ou abrir e fechar um botão e verificaram piora do equilíbrio durante a execução da dupla tarefa. (EBERSBACH, DIMITRIJEVIC e POEWE, 1995) Outro estudo avaliou o tempo de resposta a um estímulo sonoro em diferentes posições como sentado, de pé e sobre uma barra estreita e descobriu que quanto maior a dificuldade da manutenção da postura maior era o tempo de resposta. Os achados demonstram que a instabilidade postural influencia no tempo de realização de uma tarefa cognitiva, ou vice e versa, e pode, por consequência, prejudicar a performance (LAJOIE Y. *et al.*, 1993). Assim, a demanda exigida para controlar a postura depende da complexidade da segunda tarefa envolvida (WOOLLACOTT e SHUMWAY-COOK, 2002).

Em tarefas de precisão que requerem uma grande capacidade cognitiva, a estabilização corporal é essencial para ter um bom resultado. Como por exemplo, no



caso da prática do tiro, em que o controle postural é desafiado a manter-se em uma postura quieta enquanto o indivíduo se concentra para acertar um alvo com precisão (BALASUBRAMANIAM, RILEY e TURVEY, 2000). No tiro, a estabilidade corporal está diretamente correlacionada ao desempenho do atirador. Era *et al.*(1996) compararam a estabilidade corporal entre atletas de nível internacional ou nacional, atletas profissionais que não tinham índice para competições internacionais ou nacionais e atletas amadores. Os resultados mostraram que os atletas com melhor nível de desempenho apresentavam menor balanço corporal quando comparados aos outros dois grupos. O mesmo resultado foi visto quando comparam atletas profissionais e atletas amadores.

Vários autores revelam que a mínima perturbação gerada sobre o corpo é capaz de causar uma grande oscilação da arma (modelo do pêndulo invertido), fazendo com que o indivíduo perca a precisão do tiro (AALTO *et al.*, 1990; ERA *et al.*, 1996; BALASUBRAMANIAM, RILEY e TURVEY, 2000; SU, WU e LEE, 2000; BALL, BEST e WRIGLEY, 2003a; HAWKINS e SEFTON, 2011; HRYSONALLIS, 2011).

A seguir será discutido o tiro, sua história e outras variáveis que influenciam seu desempenho.

## 2.2. TIRO

A prática do tiro existe desde a invenção da pólvora, no século IX, com a finalidade de aprimorar as técnicas de sobrevivência e as habilidades dos soldados. Atualmente a prática de atirar também é usada como lazer e é uma modalidade de esporte competitivo (FPRTE, 2013).

As primeiras competições relacionadas com tiro ao alvo foram vistas no antigo Egito, com a utilização de arcos. A partir da Idade média as competições eram feitas com a utilização de Bestas e só no século XVI que as armas de fogo começaram a ser usadas para competições esportivas (IPSC, 2014). Atualmente existem três modalidades de tiro: prático, defensivo e esportivo.

O tiro prático é a união de várias modalidades de provas nacionais e internacionais. Pode ser praticado com armas longas ou pistolas e tem como

princípio a movimentação (ISSF, 2013). Suas provas consistem em um atirador se deslocando dentro de uma pista devendo atirar em alvos múltiplos, que se movem, reagem, aparecem de surpresa ou ficam parcialmente escondidos (IPSC, 2014).

O tiro defensivo é uma variação do tiro prático. Esta modalidade foi aperfeiçoada para o treinamento de defesa pessoal, utilizada especialmente por policiais e militares. Com provas que simulam situações do dia a dia, o atirador deve se deslocar dentro da pista e reagir a diferentes situações (CBTD, 2014).

O Tiro esportivo, ao contrário das outras modalidades, consiste em acertar o alvo de uma posição estática. Outra diferença é que a empunhadura de armas pequenas, como pistolas, é feita com apenas uma mão, aumentando a dificuldade do controle da arma.

Independente da modalidade, o atirador com melhor desempenho será aquele que cometeu menos erros e computou maior escore. O escore é calculado por meio da soma de valores representados pelos círculos no alvo (esportivo), ou por regiões do corpo (defensivo) (figura 1) atingidas. Considerando que o tiro defensivo e o tiro esportivo estão mais presentes no cotidiano das pessoas e correspondem com os objetivos deste trabalho, as duas modalidades serão detalhadas a seguir.



FIGURA 1. Representação dos Alvos. Alvo para prática do tiro esportivo e para prática do tiro defensivo, respectivamente.

### 2.2.1. Tiro Defensivo

O tiro defensivo utiliza um equipamento portátil incluindo munição de carga total para resolver cenários que simulam situações de autodefesa da vida real. Tem como objetivo medir as habilidades e destrezas do atirador (CBTD, 2005). O início dessa prática não é conhecido, porém, a modalidade foi regulamentada como esporte em 1996, pela Associação Internacional de Tiro Defensivo (IDPA) e trazida para o Brasil em 2005.

Durante as provas, o competidor deve se posicionar protegendo seu corpo e com agilidade e precisão deve seguir pela pista de prova acertando os alvos corretos. As provas são divididas de acordo com o modelo das armas e com a habilidade do atirador (CBTD, 2005).

Provas divididas de acordo com o modelo da arma:

- 1) *Custom Defensive Pistol*: Somente pistolas semi-automáticas calibre .45;
- 2) *Enhanced Service Pistol*: Pistolas semi-automáticas calibre 9 mm (9x19) ou calibre superior;
- 3) *Stock Service Pistol*: pistolas semi-automáticas: dupla ação, somente dupla ação ou ação segura, calibre 9 mm (9x19) ou calibre superior;
- 4) *Enhanced Service Revolver*: revólveres dupla ação calibre .38 ou calibre superior;
- 5) *Stock Service Revolver*: revólveres dupla ação calibre .38 ou calibre superior.
- 6) *Stock Brazilian Pistol*: Pistolas semi-automáticas: dupla ação, somente dupla ação ou de ação segura, calibre .380 (9 mm curto);
- 7) *Enhanced Brazilian Pistol*: Pistolas semi-automáticas calibre .380 (9 mm curto).

Provas divididas de acordo com a habilidade do atirador:

- *Novice*;
- *Marksman*;
- *Sharpshooter*;
- *Expert*;

- *Master;*

### 2.2.2. Tiro Esportivo

O tiro esportivo é uma modalidade de precisão, em que o atirador, posicionado em uma base fixa, tem como objetivo atirar o mais próximo possível do centro do alvo (maior escore). Foi um dos esportes competidos nos primeiros Jogos Olímpicos em 1896, em Atenas, e está na programação dos jogos até hoje. Em 1920 o Brasil ganhou sua primeira medalha de ouro individual e uma de bronze na categoria por equipe, nos jogos Olímpicos na Antuérpia (CBTE, 2013).

Atualmente são disputadas nas Olimpíadas 15 provas de tiro divididas em três categorias (ISSF, 2013).

- Carabina: consiste de uma arma de cano longo podendo ser uma arma de fogo ou de ar comprimido. Esta categoria está dividida em três provas: Três posições, deitado e Carabina de Ar.
- Pistola: é uma arma portátil, de cano leve, elaborada para ser manejada com apenas uma mão. As provas são: Pistola 50 metros; Pistola Tiro Rápido 25 m (para homens) e Pistola 25 m (mulheres); Pistola de ar 10m.
- Tiro ao prato: com o uso de uma espingarda os atletas devem acertar um alvo em movimento.

TABELA 1. Categorias disputadas nos Jogos Olímpicos.

CATEGORIAS	MASCULINO	FEMININO
Carabina	Carabina três posições – 50m Carabina deitado – 50m Carabina de ar – 10m	Carabina três posições – 50m Carabina de ar – 10m
Pistola	Pistola – 50m Pistola de tiro Rápido – 25m Pistola de ar – 10m	Pistola – 25m Pistola de ar – 10m
Tiro ao Prato	Fossa Olímpica Fossa Dublê "Skeet"	Fossa Olímpica "Skeet"

Para participar de algumas provas, como a prova com carabina, os atletas podem utilizar uma vestimenta especial composta por casaco, calça, luvas e botas. Estes equipamentos são desenvolvidos para diminuir a instabilidade corporal, proteger contra pressão da arma no ombro ou contra o atrito com o solo nas posições deitada e de joelhos (KLINGNER, 1981).

### 2.2.3. Variáveis que influenciam o Tiro

Os tiros defensivo e esportivo têm seu resultado influenciado por diversos fatores psicológicos e físicos. Apesar de cada modalidade ter uma característica própria, ambas tem seu desempenho definido pela precisão e exatidão do tiro (SILVA *et al.*, 2009). A necessidade de precisão para um tiro certo é tanta, que se considerado um alvo de 5 centímetros localizado a 10 metros de distância, um desalinhamento do cano da arma de 0,3 graus seria suficiente para errar o alvo (ZATSIORSKY e AKTOV, 1990; LAKIE, 2010).

A precisão do tiro se refere à dispersão entre valores de vários tiros dados sob as mesmas condições. Quanto menor a variabilidade entre os tiros melhor é a precisão. Enquanto a exatidão representa o resultado mais próximo do valor alvo e é medida pela distância do tiro até o centro do alvo (LAKIE, 2010; BROWN, 2011).

Outro fator determinante para ter um bom rendimento ao atirar é o controle da posição da arma. A flutuação da arma é influenciada pelo controle postural (AALTO *et al.*, 1990; ERA *et al.*, 1996; SU, WU e LEE, 2000; MONONEN *et al.*, 2007), pela força muscular (sustentar a posição do braço) e por tremores posturais (variação da posição ou suas derivadas, velocidade e aceleração) (TANG *et al.*, 2008; LAKIE, 2010). O alinhamento da arma pode ser avaliado pela trajetória percorrida pela projeção da ponta da arma representada sobre o alvo, no eixo vertical e horizontal (MONONEN *et al.*, 2007).

Considerando o modelo de pêndulo invertido, apresentado anteriormente, pode-se dizer que a mínima perturbação gera uma oscilação grande o suficiente para perder a precisão. Estudos mostram que o balanço corporal e a estabilidade da arma são responsáveis por 53% e 75% da variação na precisão do tiro, respectivamente (MASON, COWAN e GONCZOL, 1990; VIITASALO *et al.*, 1999).

Ademais a estabilização do corpo e da posição da arma é maior em atletas de elite quando comparados a amadores (ZATSIORSKY e AKTOV, 1990; KONTTINEN, LYYTINEN e VIITASALO, 1998; SU, WU e LEE, 2000; BALL, BEST e WRIGLEY, 2003a; HERPIN *et al.*, 2010). Aalto *et al.* (1990), avaliaram a estabilidade corporal de 10 atletas de tiro por meio de uma plataforma de força, e compararam com 27 militares que possuíam treinamento de tiro. Os atletas de tiro esportivo apresentaram menor velocidade de balanço corporal quando comparados com o grupo controle. Os atletas também apresentaram maior coeficiente de Romberg (0,84, grupo controle 0,71) quando avaliados em condição com olhos abertos e com olhos fechados. Resultado que pode ser justificado considerando que atiradores confiam mais nos sistemas proprioceptivos e vestibulares para controlar a postura enquanto o sistema visual seria destinado para pontaria (AALTO *et al.*, 1990; SU, WU e LEE, 2000).

Além de apresentar maior estabilidade corporal, atletas profissionais também apresentaram um maior refinamento da comunicação Cortico-cortical e uma menor demanda cerebral para processar informações sensoriais (DEENY *et al.*, 2009) quando comparados com atletas amadores.

O tremor postural é outro fator importante que influencia o desempenho do atirador. Tang *et al.* (2008) analisou o tremor postural de 20 atletas de tiro, divididos em dois grupos de acordo com o escore dos participantes: 10 atletas de elite e 10 atiradores pré-elite. A partir da análise feita com acelerômetros presos ao complexo mão-pistola, os autores revelaram que o grupo elite apresentou menor amplitude de tremor quando comparados aos pré-elite mostrando que os atletas com melhor desempenho apresentaram melhor habilidade em controlar o complexo mão-pistola, confirmando o sucesso no tiro.

Em atividades como o tiro, que requerem concentração e um controle motor fino, os fatores psicológicos podem ser decisivos em situações de competição ou combate. As variáveis psicológicas como ansiedade, estresse e perda da concentração, podem atrapalhar na tomada de decisão, tempo de reação (SADE *et al.*, 1990; HALL e HARDY, 1991) e por consequência no resultado da ação (MANSON e BOND, 1989; GOODMAN *et al.*, 2009; BACA e KORNFEIND, 2012). O tempo de reação pode ser definido como o tempo que decorre entre a apresentação de um estímulo (no caso um assaltante, ou um sinal de comando) e sua resposta, dado pelo início da ativação muscular que é seguida da ação motora (sacar a arma

ou atirar) (SCHMIDT e LEE, 1988; SHIDOJI e MATSUNAGA, 1991). Além do tempo de reação, o tempo de ação também pode determinar o resultado da atividade e é caracterizado pelo tempo ou rapidez com que o movimento acontece. Um exemplo do tempo de ação seria o tempo entre um estímulo externo e o final da ação motora resultante (GROVES, 1973).

Outros fatores como a posição dos pés adotada pelo atirador, fadiga causada pelo tempo de prova e falta de condicionamento físico, controle da respiração e batimentos cardíacos que podem ser afetados pelo nervosismo ou ansiedade são relevantes a fim de melhorar o desempenho do tiro e devem ser considerados durante o treinamento do atirador (MANSON e BOND, 1989; BORTOLI *et al.*, 2012; HAWKINS, 2013).

### 2.3. TREINAMENTO DE TIRO

Ao planejar um treinamento de tiro defensivo ou esportivo fatores que influenciam o desempenho como a estabilização corporal, o tempo de reação e a pontaria, devem ser considerados. Atualmente, o treino específico de tiro consiste em atirar repetidamente em um alvo. Com a tecnologia, muitos sistemas óticos a laser têm sido desenvolvidos para auxiliar o treino, possibilitando simular provas e situações cotidianas de um policial, e ainda fornece informações como flutuação da arma, mira e aproveitamento (SILVA *et al.*, 2009).

Além do treino específico, treinar as capacidades psicológicas e físicas é fundamental para melhorar a performance. Com o auxílio de profissionais capacitados, os atiradores devem treinar a manter a concentração, a calma e ter controle do seu estado mental (ARNOLD, 1980; SADE *et al.*, 1990; HALL e HARDY, 1991). Quanto ao treinamento físico, os atiradores devem ter um condicionamento geral que possibilite a realização de todos os movimentos necessários, assim como em qualquer atividade física e devem treinar uma musculatura específica, definida pela necessidade do esporte (ARNOLD, 1980). O objetivo de desenvolver esta musculatura é de reduzir a utilização de músculos desnecessários, manter a postura correta e diminuir a tensão extra, fatores responsáveis pelos tremores musculares, fadiga antecipada e desequilíbrio.

A musculatura específica importante para a prática do tiro é a musculatura estabilizadora, também conhecida como *core*, definida pela combinação de dois sistemas: global e local. O primeiro é formado pela musculatura superficial do abdômen e região lombar, como reto do abdômen, para-espinais e oblíquo externo. Esses músculos são responsáveis pelos movimentos gerais do tronco, como flexão, extensão e rotação (FREDERICSON e MOORE, 2005; MARSHALL e MURPHY, 2005). Enquanto isso, o sistema local se refere aos músculos mais profundos da parede abdominal como o transverso do abdômen (TA) e o multifídio, cuja função é a estabilização da espinha lombar durante a realização de um movimento ou para reajustar a postura (FREDERICSON e MOORE, 2005; MARSHALL e MURPHY, 2005).

A musculatura profunda estabilizadora também está associada aos ajustes posturais antecipatórios. Minvielle e Audiffren (2000) mostram a importância da contração antecipatória para atiradores ao avaliaram 12 praticantes de tiro que deveriam elevar o braço rapidamente e então atirar. O teste foi realizado em três direções de mira e em dois tempos de execução. Os autores concluíram, por meio de sinais eletromiográficos, que os atiradores ativavam antecipadamente músculos específicos e diferentes de acordo com a tarefa dada (mudança de direção e velocidade).

Os músculos abdominais (TA) são exemplos dos músculos específicos ativados de forma antecipatória durante a realização de um movimento como a elevação de um braço, por exemplo (HODGES e RICHARDSON, 1999; MINVIELLE e AUDIFFREN, 2000). Hodges e Richardson (1999) avaliaram, em seu estudo, a contração antecipatória e mostraram que o transverso do abdômen é dissociado das outras musculaturas, sendo ativado anteriormente ao movimento do braço e controlado de forma independente do comando motor responsável pelo levantamento do membro.

A correta ativação do *core*, durante a realização de atividades esportivas ou da vida diária, maximiza a produção de força que é transferida para as extremidades, minimizando a carga sobre as articulações (KIBLER, PRESS e SCIASCIA, 2006). Além disso, a dissociação da musculatura dinâmica e da musculatura estabilizadora permite que o indivíduo mantenha um alinhamento adequado do corpo, propicie uma base de suporte para os movimentos dos membros e por consequência aperfeiçoe a execução das atividades, especialmente as que requerem precisão, como o tiro



(MUSCOLINO e CIPRIANI, 2004; QUEIROZ *et al.*, 2010; KLOUBEC, 2011; MARÉS *et al.*, 2012; MIYAKE *et al.*, 2012).

Várias técnicas e instrumentos diferentes foram desenvolvidos objetivando a estabilização do tronco e a ativação dos músculos profundos, entre elas está o Pilates. A seguir será abordado mais sobre esse método.

### 2.3.1. O método Pilates

O método Pilates foi desenvolvido por Joseph Pilates (1880-1967). Pilates nasceu na Alemanha e desde pequeno teve problemas com sua saúde. Para melhorar e manter-se saudável optou pela prática de exercícios físicos regulares, tornando-se ginasta e mergulhador. Com o passar dos anos Joseph dirigiu seu interesse para atividades de origem oriental, como a loga, meditação e karatê, e de origem gregas e romanas (LATEY, 2001).

Durante a primeira Guerra Mundial, Pilates serviu na enfermaria do campo onde estava e encorajou os soldados a participarem de seu programa de condicionamento físico, baseado em uma série de exercícios feitos sobre um colchonete. Seu método chamou atenção quando nenhum soldado presente no campo sucumbiu à epidemia de gripe, que matou centenas de pessoas na época (LATEY, 2001). Antes do fim da guerra, Joseph foi transferido para um hospital na *Isle of Man*. Lá, ele usou todo seu conhecimento para reabilitar os feridos de guerra. Foi quando desenvolveu um sistema com molas que, presas às macas, permitiam que os pacientes se exercitassem com uma resistência, proporcionando uma recuperação mais rápida (LATEY, 2001; KLOUBEC, 2011).

Em 1926, Pilates se mudou para os Estados Unidos (EUA), quando publicou dois livros divulgando seu método. Inicialmente usado por ginastas e dançarinos, hoje é um sistema de treinamento muito popular, com mais de 5 milhões de praticantes (EUA) e mais de 200 vídeos disponíveis sobre o tópico (SEGAL, HEIN e BASFORD, 2004; BERTOLLA *et al.*, 2007).

A técnica consiste em um sistema de condicionamento físico, com aproximadamente 500 exercícios destinados a fortalecer e tonificar os músculos, melhorar a postura, a flexibilidade e o equilíbrio. O Pilates pode ser realizado no solo (*mat Pilates*) utilizando a resistência do próprio corpo ou com auxílio de aparelhos

desenvolvidos pelo próprio Joseph (Cadeira, Reformer, Wall e Trapézio) (KLOUBEC, 2011; MARÉS *et al.*, 2012). Por meio de seis princípios interligados e que devem atuar simultaneamente, o método Pilates permite que o praticante tenha um melhor controle de si mesmo e que consiga dissociar as musculaturas posturais estabilizadoras das musculaturas responsáveis pelo movimento, obtendo máximo rendimento com o mínimo de esforço físico e mental (SEGAL, HEIN e BASFORD, 2004; SANTANA, FERNÁNDEZ e MARBÁN, 2010; SIQUEIRA RODRIGUES *et al.*, 2010; KLOUBEC, 2011; MARÉS *et al.*, 2012).

Esses princípios são:

1. Centralização: refere-se ao centro do corpo, o *core*, que promove a sustentação do movimento, mantendo uma boa postura e equilíbrio.
2. Concentração: para realizar a prática corretamente é importante que o indivíduo preste atenção durante toda a sessão, potencializando o recrutamento neuromuscular e aumentando a qualidade do movimento;
3. Controle: O praticante deve ter controle total dos movimentos realizados, realizando o exercício com intensidade constante;
4. Precisão: esta ligada à correta execução do movimento e à transição entre um exercício e outro
5. Respiração: a respiração deve ser coordenada com os exercícios, e deve ser feita com a completa inalação e exalação do ar, realizada pelo diafragma. A correta respiração tem como propósito obter uma melhor circulação sanguínea e oxigenação para todos os tecidos corporais;
6. Fluidez: os movimentos devem fluir naturalmente, de forma suave e uniforme. (LATEY, 2001; MUSCOLINO e CIPRIANI, 2004; KLOUBEC, 2011; MARÉS *et al.*, 2012).

O método de Joseph Pilates pode ser praticado por qualquer população, sejam atletas, sedentários ou pessoas com condições especiais de saúde. Além disso, a prática com o método Pilates pode prover vários benefícios à saúde, bem estar e desempenho esportivo. Segal, Hein e Basford (2004) verificaram melhoras na flexibilidade (distância da ponta do dedo até o chão) quando avaliou trinta e dois adultos saudáveis que participaram de pelo menos 1 sessão por semana de Pilates de solo com duração de 1 hora, por seis meses.

Siqueira Rodrigues *et al.* (2010) também analisou os ganhos causados a partir de um programa de treinamento de Pilates com aparelhos em mulheres com idade de  $66 \pm 4$  anos. As participantes foram separadas em grupo experimental (27 mulheres) e grupo controle (25 mulheres). O primeiro grupo participou de um treinamento com duração de oito semanas, realizando sessões de 1 hora de Pilates duas vezes por semana. Ao final da pesquisa os autores concluíram que o grupo experimental melhorou a funcionalidade (avaliada por meio de um protocolo que consiste de testes como andar 10 metros, levantar, colocar e tirar a blusa, levantar de uma posição deitada, e andar pela casa) e no equilíbrio estático, avaliado pelo teste Tinetti.

Outros estudos também apresentaram efeitos positivos sobre o equilíbrio estático após sessões de treinamento de Pilates em sujeitos idosos (BIRD, HILL e FELL, 2012; NEWELL, SHEAD e SLOANE, 2012; MOKHTARI, NEZAKATALHOSSAINI e ESFARJANI, 2013; PATA, LORD e LAMB, 2014). Johnson *et al.* (2007) também mostrou resultados positivos em relação ao equilíbrio dos participantes. Os autores mostraram que 10 sessões de Pilates, realizadas em 5 semanas, melhorou o equilíbrio dinâmico, medido por meio do teste de alcance funcional, em adultos saudáveis. Os efeitos positivos sobre o equilíbrio dinâmico (teste do flamingo) também foram encontrados após 12 sessões de treinamento de Pilates em ciclistas de montanha profissionais (SANTANA, FERNÁNDEZ e MARBÁN, 2010).

Além do equilíbrio, flexibilidade e funcionalidade o treinamento com o método Pilates mostrou ser eficaz para corrigir a postura (KAESLER *et al.*, 2007a) e promover uma performance mais eficiente das atividades da vida diária e de esportes de recreação ou competitivos (MUSCOLINO e CIPRIANI, 2004; ENGLISH e HOWE, 2007).

Baseado nessas informações pode-se questionar se a estabilização central e o equilíbrio contribuem para o desempenho do atirador e se um treinamento que objetive a ativação da musculatura estabilizadora, como o Pilates, pode ser capaz de melhorar o controle postural de policiais ou atletas de tiro, influenciando também o seu desempenho.

### 3. MÉTODOS

#### 3.1. PARTICIPANTES

O recrutamento dos participantes foi feito por meio de convite verbal aos cadetes da academia de Polícia Militar do Paraná, situado no Guatupê, com prévia autorização dos superiores responsáveis pela Academia. Aos interessados foi realizada uma reunião para expor os objetivos e procedimentos do estudo. Os indivíduos que aceitaram participar da pesquisa assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo I). O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal do Paraná sob o número 28989514.0.0000.0102.

Foram recrutados 36 indivíduos saudáveis ( $25,7 \pm 3.6$  anos;  $73.4 \pm 11.7$  Kg;  $172.4 \pm 8.2$  cm), sendo 29 homens e 7 mulheres. Os participantes foram alocados em dois grupos: Grupo Controle (GC) e Grupo Experimental (GE) (Figura 2). A separação dos grupos foi feita por conveniência, de acordo com a disponibilidade dos participantes. Para serem incluídos no estudo, os voluntários deveriam estar em processo de treinamento na academia, ter entre 18 e 40 anos e não poderiam apresentar lesão de membro inferior, que pudesse influenciar a avaliação do controle postural. Além disso, os participantes seriam excluídos da pesquisa caso não acertassem o alvo, impossibilitando a avaliação do desempenho, ou se tivessem realizado algum tipo de prática com Pilates pelos últimos 12 meses.

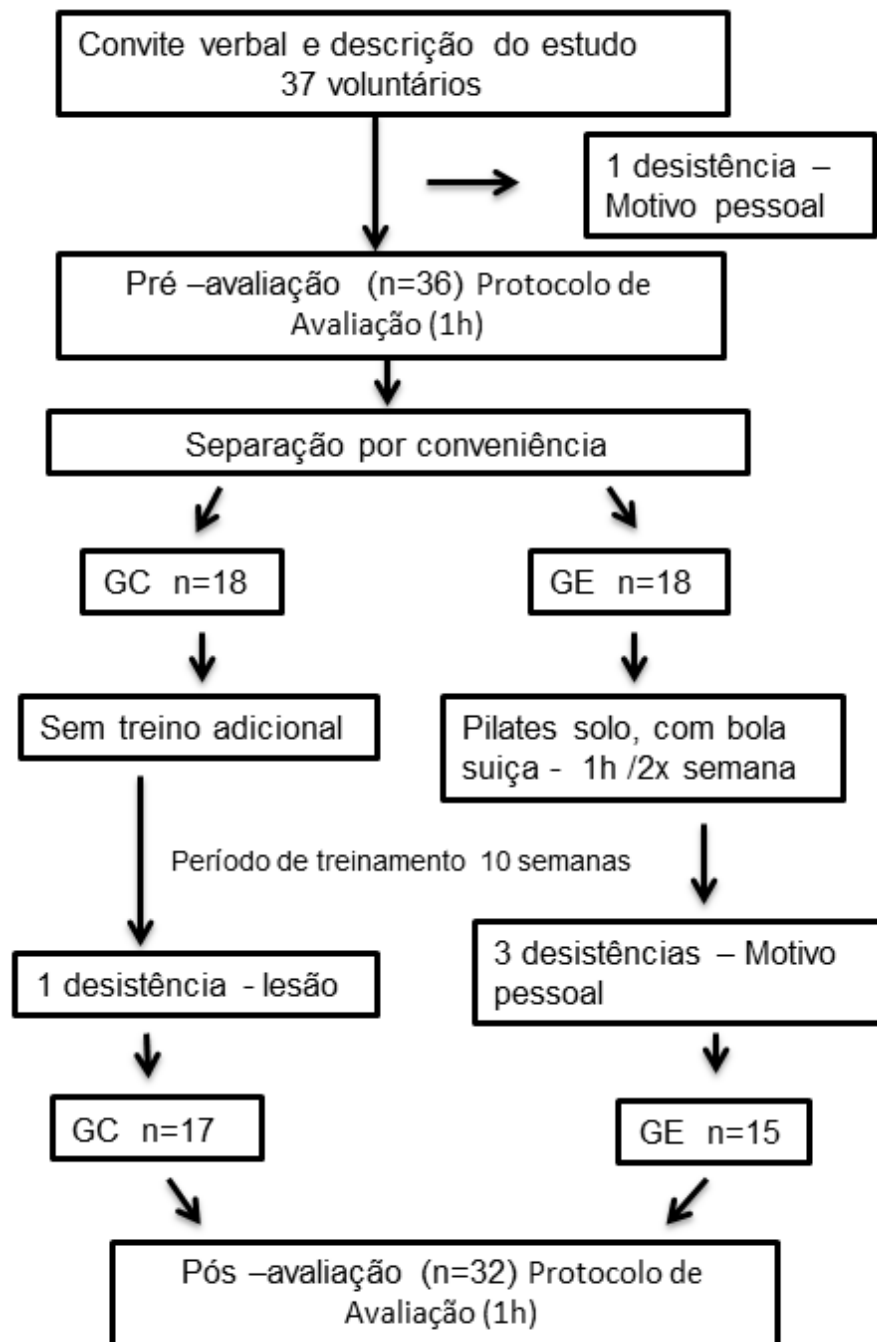


FIGURA 2. Consort.

Os voluntários foram avaliados em duas sessões com duração aproximada de 60 min cada. A primeira sessão foi realizada uma semana antes do início do período de treinamento com o método Pilates, enquanto a segunda avaliação foi feita uma semana após o término da prática. O participante foi avaliado individualmente em

uma sala fechada da sede da Academia de Polícia. A sequência de testes pode ser verificada na figura 3 e a descrição dos testes pode ser vista no item Instrumentos e processamentos.

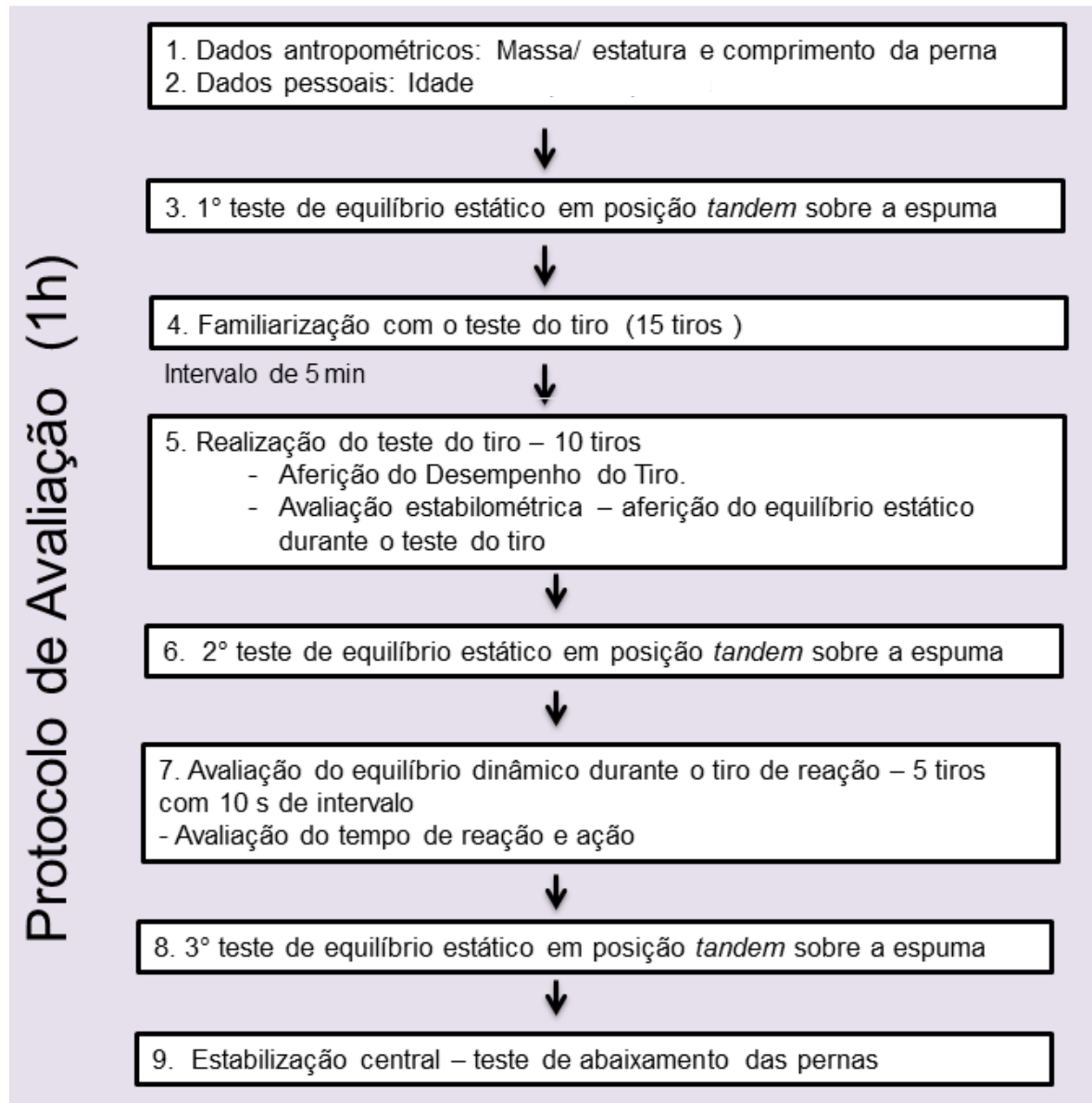


FIGURA 3. Protocolo de avaliação (1h).

### 3.2. INSTRUMENTOS E PROCESSAMENTO

#### 3.2.1. Desempenho do Tiro

O participante foi instruído a realizar 15 tiros para familiarização. Após 5 min de intervalo, o participante realizou 10 tiros com 5 s de intervalo entre eles.

O desempenho do atirador foi avaliado por meio de um sistema ótico a laser (SCATT USB, Professional Trainer) integrado de um apontador laser, preso na extremidade do cano da arma e um alvo formado de 10 círculos concêntricos, sendo que o menor círculo corresponde a maior pontuação, 10 (Figura 4). O alvo foi colocado a 1,65 m do chão e a 10 m da base de onde o atirador estava. A arma utilizada foi uma pistola (Taurus PT840 .40), a mesma que os participantes utilizam para treino na academia.



FIGURA 4. Representação do Sistema a Laser. Apontador a Laser, preso a arma (A) e Alvo (B) (SCATT USB Professional Trainer).

A frequência de coleta utilizada foi 100 Hz, e foram coletados dados durante o período de 5 s e 1 s logo antes do disparo. A partir do instante (detectado por áudio) e local do tiro sobre alvo foi possível determinar o desempenho do atirador (Escore). Para análises posteriores o Escore foi determinado pelo valor do tiro mais próximo da mediana dos 10 disparos. Além do escore, o sistema é capaz de captar a

trajetória da oscilação da projeção do laser sobre o alvo na direção vertical (y) e na direção horizontal (x) (Figura 5), que possibilitou a avaliação dos parâmetros de flutuação da arma como distância total percorrida pela projeção do laser (DT tiro); da distância percorrida pela projeção do laser na direção vertical (DV tiro); da distância percorrida pela projeção do laser na direção horizontal (DH tiro); e da área total percorrida pela projeção do laser (AR tiro) .

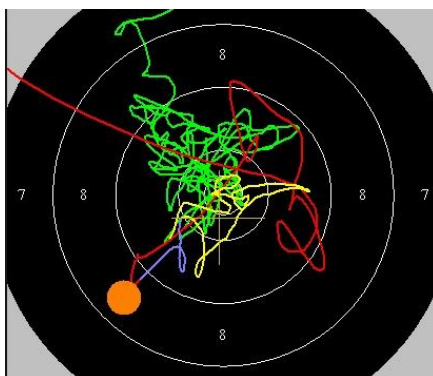


FIGURA 5. Representação da trajetória percorrida pela projeção do laser sobre o alvo.

Os dados foram processados por uma rotina desenvolvida no software Matlab 7.8 e as variáveis foram calculadas de acordo com as rotinas apresentadas na tabela 2.

TABELA 2. – Rotinas para o cálculo das variáveis de tiro usando o programa Matlab.

VARIÁVEL	ROTINA MATLAB
DV tiro(mm)	sum (abs(diff (y)))
DH tiro (mm)	sum (abs(diff (x)))
DT tiro (mm)	(DV tiro +DH tiro)
AR tiro (mm <sup>2</sup> )	[vec,val]=eig(cov(x,y)); Área=pi*prod(2.4478*sqrt(svd(val)))

DV tiro- distância percorrida pela projeção do laser na direção vertical; DH tiro - distância percorrida pela projeção do laser na direção horizontal; DT tiro- distância total percorrida pela projeção do laser; AR tiro - área total percorrida pela projeção do laser. y- trajetória da oscilação da projeção do laser sobre o alvo na direção vertical (y); x- trajetória da oscilação da projeção do laser sobre o alvo na direção horizontal (x)



### 3.2.2. Avaliação estabilométrica.

Para avaliação do controle postural foram utilizadas duas plataformas de força (PF) tridimensionais (AMTI, modelo OR-06, USA), com dimensões 46,4 x 50,8 cm fixadas no solo, uma do lado da outra (Figura 6) (DUARTE e FREITAS, 2010).

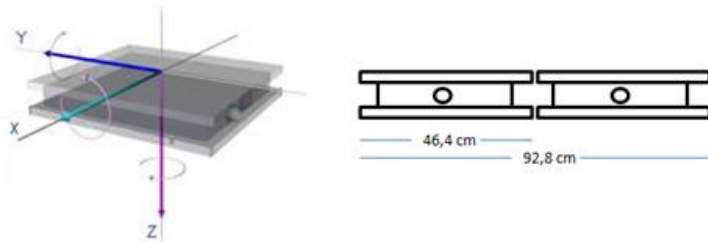


FIGURA 6. Representação da plataforma de força. Representação esquemática do posicionamento das duas plataformas de força (AMTI, modelo OR-06, USA).

Os dados foram coletados com uma frequência de 100Hz (JÚNIOR e BARELA, 2006), e após uma análise de resíduos foi decidido utilizar um filtro *Butterworth* passa-baixa de 15 Hz de quarta ordem. Os dados foram processados com uma rotina desenvolvida no software Matlab 7.8. Com os dados das forças de reação do solo ( $F_x$ ,  $F_y$  e  $F_z$ ) e dos momentos ( $M_x$ ,  $M_y$  e  $M_z$ ) gerados pela a plataforma de força, foi possível calcular o posicionamento do CP em cada uma das plataformas nas direções: ântero-posterior (AP) e médio-lateral (ML). As equações utilizadas para calcular o CP foram respectivamente:

$$CP_{ap}=(-h \cdot F_y + M_x)/F_z$$

$$CP_{ml}=(-h \cdot F_x - M_y)/F_z$$

em que  $h$  representa a soma da altura da base de apoio sobre a PF e a altura da superfície em relação ao centro da plataforma;  $F_x$  e  $F_y$  correspondem às forças das componentes horizontais e  $F_z$  à componente de força vertical.  $M_x$  representa o momento ao redor do eixo médio-lateral e  $M_y$  o momento ao redor do eixo ântero-posterior.

Com os dados de CPap e CPml de cada plataforma, foi calculado o posicionamento do CP resultante nas direções AP e ML, respectivamente, através das equações (GENTHON *et al.*, 2008):

$$\text{CPap(res)} = (\text{CPap } 1 * (\text{Fz } 1 / \text{Fz } 1 + \text{Fz } 2)) + (\text{CPap } 2 * (\text{Fz } 2 / \text{Fz } 2 + \text{Fz } 1))$$

$$\text{CPml(res)} = (\text{CPml } 1 * (\text{Fz } 1 / \text{Fz } 1 + \text{Fz } 2)) + (\text{CPml } 2 * (\text{Fz } 2 / \text{Fz } 2 + \text{Fz } 1))$$

em que CPap 1 e CPap 2 representam o valor da posição do centro de pressão na direção ântero-posterior da plataforma 1 e plataforma 2 respectivamente; CPml 1 e CPml 2 representam o valor da posição do centro de pressão na direção médio-lateral das plataformas 1 e 2, respectivamente. Fz 1 corresponde à força vertical da plataforma 1 e Fz 2 a força vertical da plataforma 2

A partir destes dados foi possível calcular a distância total percorrida pelo CP (DT), distância percorrida pelo CP no sentido ântero-posterior (DAP), distância percorrida pelo CP no sentido médio-lateral (DML) e área total percorrida pelo CP (AREA) O cálculo das variáveis foi realizado através das rotinas utilizadas no Matlab (Tabela 3):

TABELA 3. Rotinas para o cálculo das variáveis de equilíbrio usando o programa Matlab.

VARIÁVEL	ROTINA MATLAB
DAP (mm)	sum (abs(diff (CPap res)))
DML (mm)	sum (abs(diff (CPml res)))
DT (mm)	(DAP+DML)
AREA (mm <sup>2</sup> )	[vec,val]=eig(cov(CPap,CPml)); Área=pi*prod(2.4478*sqrt(svd(val)))

DAP- distância percorrida pelo centro de pressão na direção ântero-posterior; DML - distância percorrida pelo centro de pressão na direção médio-lateral; DT – Distância total percorrida pelo centro de pressão. Área percorrida pelo centro de pressão. CPap – centro de pressão ântero-posterior; CPml – centro de pressão médio-lateral.

Apesar de o corpo estar em constante busca pelo equilíbrio (HORAK e MACPHERSON, 1996) e não apresentar um equilíbrio estático, este termo foi usado para representar o equilíbrio sem perturbação, enquanto o termo equilíbrio dinâmico foi usado para representar o equilíbrio com perturbação. Os parâmetros estabilométricos foram avaliados em três condições distintas: equilíbrio estático em

posição de *tandem* sobre a espuma; equilíbrio estático durante o teste do tiro e equilíbrio dinâmico durante o teste do tiro de reação. Durante a primeira condição, uma espuma com densidade de  $33\text{kg/m}^3$  e 10 centímetros de altura foi colocada sobre a plataforma. A espuma foi utilizada para aumentar a complexidade da tarefa, uma vez que a população apresentou um elevado condicionamento físico inicial e por isso um teste simples poderia não ser suficiente para detectar possíveis diferenças nos resultados e assim influenciar um erro estatístico. Para determinar a altura do pé do sujeito em relação à superfície da plataforma, uma agulha foi colocada na espuma, na direção da primeira articulação metatarso falangeana, e foi medido o quanto a agulha penetrou na espuma (SABCHUK, 2013).

Neste momento, o participante se posicionou sobre a espuma, com os braços soltos ao longo do corpo e os pés alinhados em posição de *tandem* (um pé em cada plataforma) como pode ser visto na figura 7. Considerando que qualquer alteração na base de suporte poderia afetar o controle postural (SWANENBURG *et al.*, 2010), o participante pôde escolher qual pé posicionaria à frente. A avaliação foi feita por um período de 30 segundos e foi repetida três vezes, sendo que o valor médio das três análises foi considerado.



FIGURA 7. Equilíbrio posição *tandem* sobre a espuma.

Na segunda condição, o participante teve seu controle postural avaliado durante o teste de tiro. Com uma base confortável, um pé em cada plataforma e em posição de mira, o atirador realizou 10 tiros com 5s de intervalo entre os disparos. A coleta dos dados da plataforma era iniciada quando o participante estava em posição de mira. Foi pedido ao participante que mantivesse a posição por 5s após o disparo, para não influenciar os resultados aferidos pela PF, contudo foram utilizadas para análises posteriores, apenas as informações de 5 s e 1s logo antes do instante do tiro (Figura 8).



FIGURA 8. Teste do tiro.

A terceira condição avaliada foi do equilíbrio dinâmico durante o teste do tiro de reação. Posicionado com a mesma base do tiro esportivo, o atirador deveria manter a arma ao lado do corpo, simulando a posição da arma no coldre (Figura 9). Ao receber um sinal (sonoro) o participante deveria retirar a arma do coldre (sacar a arma), se posicionar e realizar o tiro o mais rápido e eficiente que pudesse. Foram realizados 5 tiros de reação com 10 s de intervalo entre os disparos. Para fins de análise foram utilizadas as informações de 5s logo antes do disparo referente ao tiro mais rápido realizado.



FIGURA 9. Posição inicial da arma para avaliação do teste de reação.

A fim de sincronizar o disparo do tiro e as plataformas de força, um trigger (impulso elétrico) foi colocado no gatilho da arma durante a avaliação de controle postural nas condições durante o teste do tiro e durante o teste do tiro de reação.

### 3.2.3. Tempo de reação e ação.

O tempo de reação (T. reação) e o tempo de ação (T. de ação) foram avaliados a partir de uma análise cinemática do movimento realizado pelo participante durante o teste do tiro de reação. Um marcador reflexivo de 1 cm de diâmetro foi fixado no ponto anatômico (processo estilóide da ulna) do braço dominante do participante. A filmagem do movimento foi realizada por uma câmera digital (Casio Exilim Ex Fh20) posicionada, a 1 m de distância, perpendicularmente ao eixo sagital do braço dominante do atirador (Figura 10). A coleta foi realizada com uma frequência de 100 Hz e as coordenadas 2D do marcador foram determinadas pelo software Skill Spector. A calibração do sistema foi determinada pelas coordenadas 2D de quatro pontos de um quadrado de 1,45 m de altura por 0,60 m de largura.

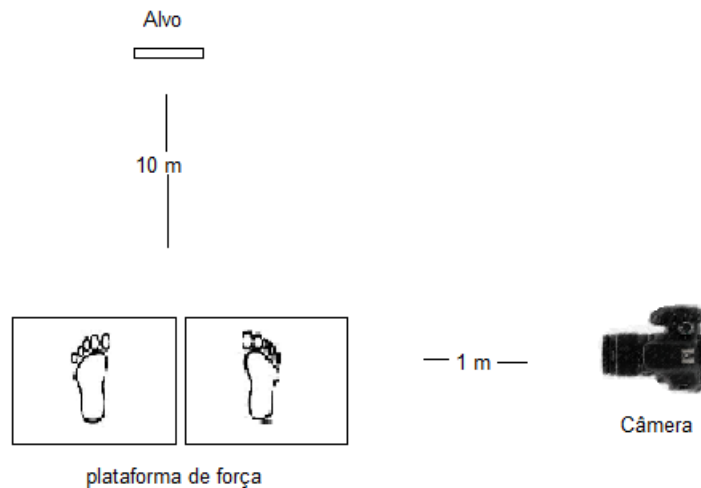


FIGURA 10. Representação do posicionamento da câmera, para avaliação do tempo de reação e tempo total de ação.

O tempo de reação foi calculado a partir do momento do comando sonoro dado até o primeiro instante do movimento realizado pelo participante, enquanto que o tempo de ação foi calculado a partir do momento do comando até o instante do disparo do tiro (Figura 11) (SHIDOJI e MATSUNAGA, 1991). Os tempos foram determinados pelo número de frames necessários para o desenvolvimento da ação, dividido pela frequência de aquisição dos dados. A sincronização do sinal sonoro e os movimentos do atirador foi realizada visualmente por meio de uma análise subjetiva da filmagem.

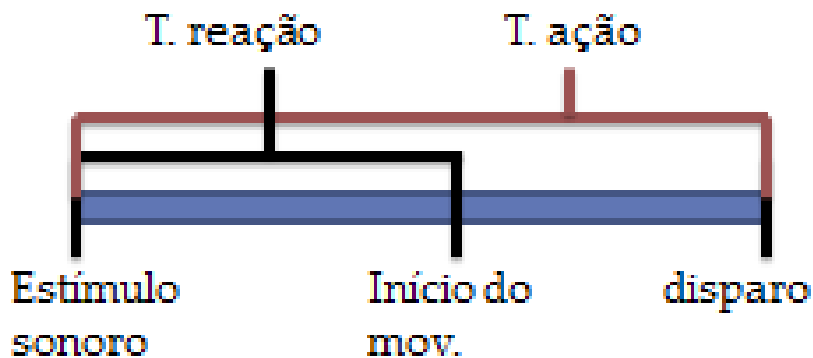


FIGURA 11. Tempo de reação e tempo de ação.

### 3.2.4. Estabilização Central

A estabilização central foi avaliada de acordo com o protocolo proposto por Prentice e Voight (2003). O participante foi posicionado em decúbito dorsal com as duas pernas elevadas de forma que formassem um ângulo aproximado de 90° com o tronco. Foi colocado sob a região da coluna lombar do participante um esfigmomanômetro inflado com uma pressão de 40 mmHg. Então foi pedido ao voluntário que abaixasse as pernas lentamente em direção ao solo, mantendo a contração abdominal o máximo que pudesse (Figura 12). Quando o participante não conseguiu mais manter a estabilização do tronco fazendo com que a pressão do esfigmomanômetro diminuísse da pressão inicial, teve sua perna sustentada por outro avaliador e o ângulo formado pelos membros inferiores em relação a horizontal medido por meio de um goniômetro manual. Quanto maior o ângulo (ANG) medido melhor a capacidade do participante em estabilizar o tronco (PRENTICE e VOIGHT, 2003).

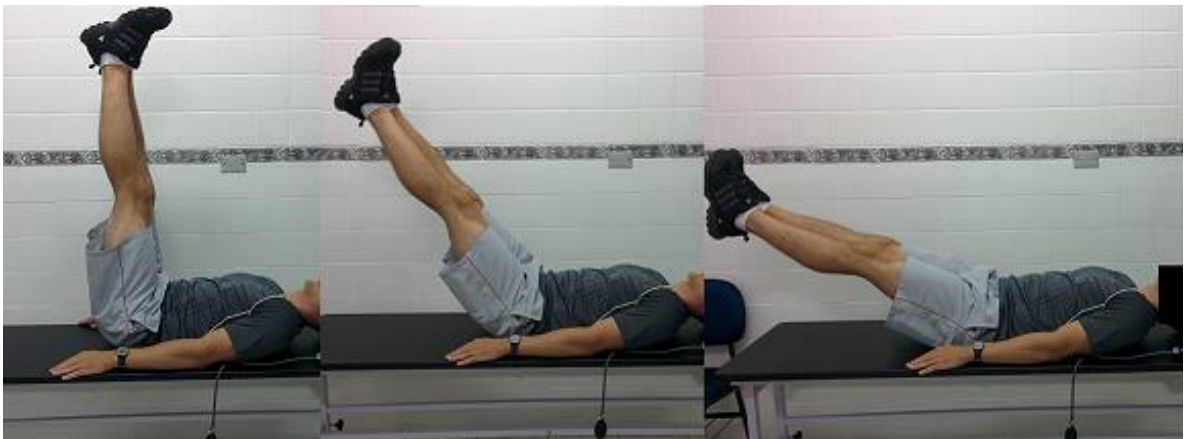


FIGURA 12. Representação do teste de abaixamento das pernas.

### 3.3. PROTOCOLO DE TREINAMENTO

Foram realizadas 20 sessões de 1 hora, duas vezes por semana, período definido a partir dos resultados positivos da intervenção feita por Johnson, *et al.* (2007). As sessões foram divididas em aquecimento (10 min), exercícios que estimulassem a musculatura profunda estabilizadora e a propriocepção (40 min) e alongamento e relaxamento (10 min). Os exercícios foram realizados no solo e com a utilização da bola suíça em algumas aulas. As sessões de treinamento e as figuras dos exercícios foram descritas no Apêndice II. As duas primeiras sessões foram destinadas a familiarização com o método, onde o foco foi o ensinamento dos princípios de ativação do *core*, respiração correta e fluidez dos movimentos. As 18 sessões seguintes foram divididas em três partes de acordo com a progressão das aulas. Durante as seis sessões subsequentes foram realizados exercícios básicos do método Pilates. Da nona a décima-quarta sessão foram realizadas variações de exercício que correspondem a uma intensidade moderado-intermediária do método. E durante as sessões finais foram realizados exercícios que exigissem mais dos participantes. A intensidade dos exercícios progredia de acordo com a capacidade do participante em realizar com eficácia os exercícios básicos. Além disso, foi utilizada a escala de percepção subjetiva de esforço para controlar as aulas e manter uma intensidade de 75% a 80% da capacidade do participante. As aulas de Pilates foram ministradas por um profissional de educação física com certificação do método Pilates e foram realizadas na sala de lutas da academia de Polícia Militar do Guatupê.

Apenas o grupo experimental participou das sessões de treinamento, enquanto o grupo controle foi instruído a não realizar treinamento diferenciado aos da rotina da academia, em especial exercícios que ativassem a musculatura do *core*. A realização dos exercícios praticados foi controlada por meio de questionário durante a pós-avaliação. Foi oferecida aos participantes do grupo controle a oportunidade de aderir ao programa de treinamento após a conclusão do estudo. Foi pedido a todos os participantes que não alterassem sua rotina diária de exercícios, durante o período do experimento.



### 3.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para análise estatística exploratória foram calculadas as medidas descritivas: média ( $\bar{x}$ ) e desvio padrão (s). Posteriormente foi realizado o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade dos dados. Considerando que muitas variáveis não apresentaram normalidade e o número pequeno de participantes optou-se por utilizar testes não paramétricos.

Neste estudo foram realizadas duas análises:

1. Para verificar a associação entre o desempenho do atirador, a estabilização central e parâmetros estabilométricos foi realizada uma análise de regressão múltipla *stepwise*. Os dados da pré-avaliação foram considerados para a realização das análises. Inicialmente foi realizada uma análise de componentes principais (KMO >0,05) e a fim de evitar redundância na análise foram selecionadas apenas as variáveis que apresentaram peso >0,70. As variáveis foram normalizadas em valores “z” ((valor da amostra - valor da média) /desvio padrão).

Como variáveis dependentes foram utilizados os valores do Escore e os valores de DT tiro, DV tiro e DH tiro para os tempos de 5s e 1s antecedentes ao disparo. Para cada variável dependente foram realizadas três análises de regressão de acordo com as variáveis independentes: parâmetros de equilíbrio estático (DAP, DML), equilíbrio dinâmico (EQD) e estabilização do tronco (ANG). ( $p \leq 0,05$ ).

2. Para análise de comparação entre os grupos controle e experimental, em dois momentos: pré-avaliação e pós-avaliação foi realizado o teste Kruskal-Wallis ( $p \leq 0,05$ ) com post hoc feito utilizando o teste de Mann Whitney corrigindo a significância por Bonferroni ( $p \leq 0,01$ ). As análises de comparação foram realizadas com as seguintes variáveis: Escore; DTtiro, DVtiro, DHtiro, AR tiro, DT, DAP, DML, Área, avaliadas durante a execução do tiro e referentes ao tempo de 5s e 1s antecedentes ao disparo; DT, DAP, DML avaliadas na posição *tandem* sobre a espuma; DT, DAP, DML avaliadas durante o tiro de reação; tempo de ação e reação e ANG. O poder estatístico da análise foi  $\beta = 0,40$ .

## 4. RESULTADOS

### 4.1. RELAÇÃO ENTRE O TIRO, ESTABILIZAÇÃO CENTRAL E EQUILÍBRIO.

Os resultados da análise descritiva dos dados avaliados encontram-se na tabela 4.

TABELA 4. Desempenho do tiro, equilíbrio estático (5s e 1s) e estabilização central (Média ( $\pm$  desvio padrão)).

	<b>Média (desvio padrão) n=36</b>	
	<b>5s</b>	<b>1s</b>
<b>DT tiro (mm)</b>	1478,56 ( $\pm$ 515,99)	331,86 ( $\pm$ 133,46)
<b>DV tiro (mm)</b>	923,74 ( $\pm$ 301,17)	205,43 ( $\pm$ 79,54)
<b>DH tiro (mm)</b>	969,70 ( $\pm$ 404,97)	220,60 ( $\pm$ 107,46)
<b>AR tiro (mm<sup>2</sup>)</b>	45,55 ( $\pm$ 37,01)	54,33 ( $\pm$ 44,89)
<b>DT (mm)</b>	55,85 ( $\pm$ 14,90)	11,23 ( $\pm$ 4,61)
<b>DAP (mm)</b>	39,83 ( $\pm$ 10,37)	7,94 ( $\pm$ 3,49)
<b>DML (mm)</b>	16,01 ( $\pm$ 7,88)	3,28 ( $\pm$ 1,93)
<b>Area (mm<sup>2</sup>)</b>	19,09 ( $\pm$ 12,46)	9,07 ( $\pm$ 3,66)
<b>Escore (u.a)</b>	6,00 ( $\pm$ 1,45)	
<b>ANG (graus)</b>	116,97 ( $\pm$ 12,48)	

DT tiro = distância total percorrida pela projeção do laser; DV tiro: distância percorrida pela projeção do laser no eixo vertical; DH tiro= distância percorrida pela projeção do laser no eixo horizontal; DT – distância total percorrida pelo centro de pressão (COP). DAP - distância percorrida pelo COP na direção ântero-posterior. DML - distância percorrida pelo COP na direção médio lateral. Área – área total percorrida pelo COP; u.a. -unidade arbitrária; T.ação – tempo de ação; T.reação – tempo de reação; ANG – ângulo do quadril (estabilização central).

Não foi encontrada associação entre o desempenho do atirador (5s e 1 s) e o ângulo do quadril- estabilização central como verificado na tabela 5.

TABELA 5. Regressão múltipla do desempenho do tiro e estabilização central.

<b>Desempenho</b>	<b>Estabilização central</b>	<b>R<sup>2</sup> (5s)</b>	<b>R<sup>2</sup> (1s)</b>
Escore (u.a.)		0,046	-
DT tiro (mm)	ANG (graus)	0,026	0,002
DV tiro (mm)		0,077	0,044
DH tiro (mm)		0,005	0,006

\*p≤0,05. DT tiro = distância total percorrida pela projeção do laser; DV tiro: distância percorrida pela projeção do laser no eixo vertical; DH tiro= distância percorrida pela projeção do laser no eixo horizontal; u.a. - unidade arbitrária ANG – ângulo do quadril (estabilização central);

Não foram encontradas associações entre o desempenho do atirador, como flutuação da arma ou o escore e a oscilação corporal na direção médio lateral referente ao tempo de 1s antes do disparo. Assim como não foram encontradas contribuições da oscilação corporal em nenhuma direção referente ao tempo de 5s para o desempenho do tiro. Estes resultados podem ser observados na tabela 6.

TABELA 6. Regressão múltipla (R<sup>2</sup>) do desempenho do tiro e Parâmetros de equilíbrio para 1s e 5s antes do disparo.

		<b>Escore (u.a.)</b>	<b>DT tiro (mm)</b>	<b>DV tiro (mm)</b>	<b>DH tiro (mm)</b>
<b>1s</b>	<b>DT (mm)</b>	0,211*	0,023	0,005	0,034
	<b>DAP (mm)</b>	0,232*	0,024	0,011	0,034
	<b>DML (mm)</b>	0,232	0,024	0,011	0,034
<b>5s</b>	<b>DT (mm)</b>	0,015	0,063	0,037	0,069
	<b>DAP (mm)</b>	0,015	0,071	0,040	0,079
	<b>DML (mm)</b>	0,015	0,071	0,040	0,079

\*p≤0,05. DT tiro = distância total percorrida pela projeção do laser; DV tiro: distância percorrida pela projeção do laser no eixo vertical; DH tiro= distância percorrida pela projeção do laser no eixo horizontal; DT – distância total percorrida pelo centro de pressão (COP). DAP - distância percorrida pelo COP na direção ântero-posterior. DML - distância percorrida pelo COP na direção médio lateral. Área – área total percorrida pelo COP.

Os resultados da regressão mostraram que quanto menor a oscilação corporal (total) maior o escore do atirador ( $R^2=0,211$ ,  $p=0,005$ ). A mesma associação negativa foi observada entre o escore e o DAP ( $R^2= 0,232$ ,  $p=0,009$ ) Este resultado foi encontrado apenas com os dados de 1s antecedentes ao disparo (Figura 13).

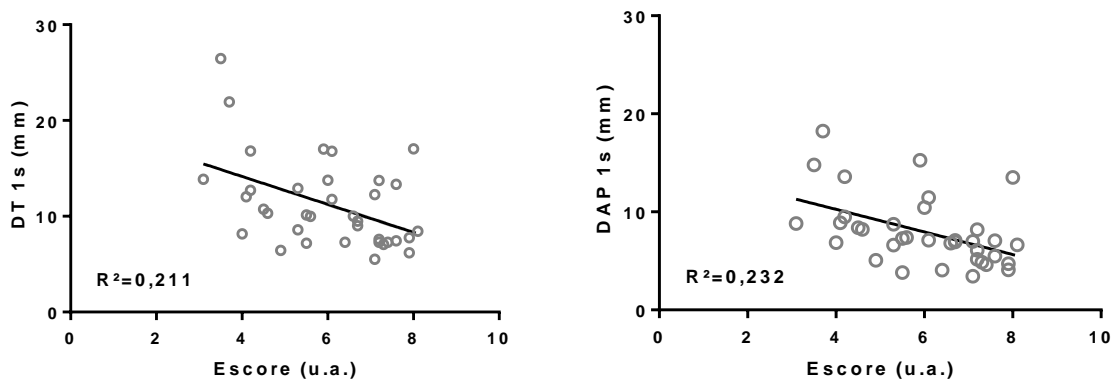


FIGURA 13. Relação entre o desempenho do tiro e o equilíbrio estático ( $p \leq 0,05$ ). DT= distância total percorrida pelo centro de pressão (mm). DAP = distância percorrida pelo centro de pressão na direção ântero- posterior em (mm). u.a. - unidade arbitrária.

## 4.2. EFEITO DA PRÁTICA DE PILATES

O grupo experimental teve média de comparecimento de 70% das 20 sessões de Pilates oferecidas. A seguir serão mostrados os resultados do efeito do Pilates sobre os parâmetros de equilíbrio, tempo de ação e reação, estabilização central, reesistência muscular e desempenho do atirador.

### 4.2.1. Equilíbrio estático durante o teste do tiro

Os resultados descritivos dos parâmetros estabilométricos aferidos durante o teste do tiro referentes ao período de 5s e 1s antes do disparo encontram-se no Apêndice III. Os parâmetros estabilométricos analisados como DT, DAP, DML e Area durante o momento do tiro não apresentaram diferenças entre os grupos e nem entre os períodos pré e pós avaliação referentes aos 5s antes do instante do tiro ( $p \leq 0,01$ ). Os resultados do equilíbrio estático referentes ao período de 5s e 1s do disparo, respectivamente, podem ser vistos na figura 14.

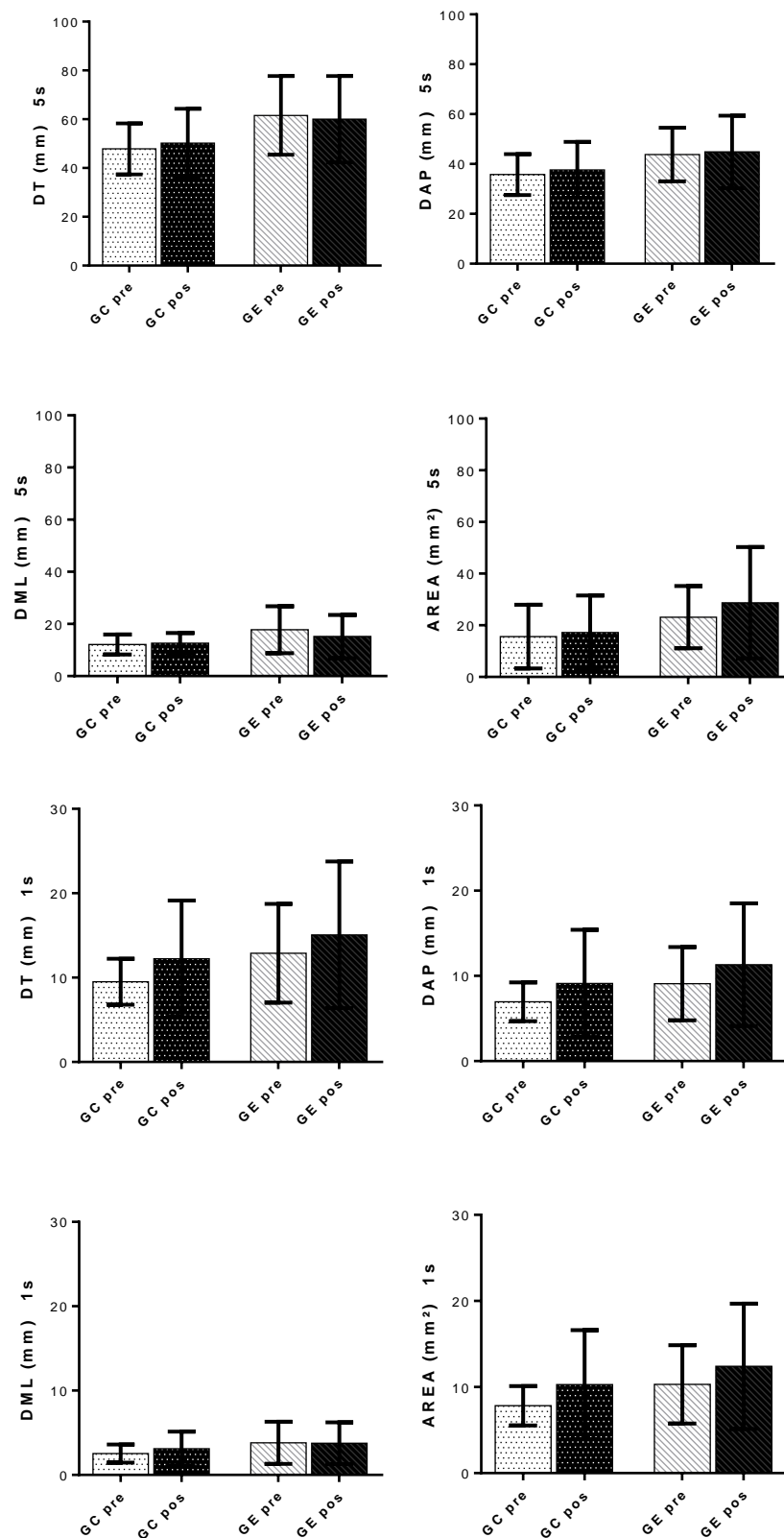


FIGURA 14. Parâmetros de equilíbrio estático referentes ao período de 5s e 1s antes do disparo, antes (pré) e após (pós) o período de intervenção do grupo controle (GC) e grupo experimental (GE). ( $p \leq 0,01$ ). DT – distância total percorrida pelo centro de pressão (COP). DAP - distância percorrida pelo COP na direção ântero-posterior. DML - distância percorrida pelo COP na direção médio lateral. Área – área total percorrida pelo COP.

#### 4.2.2. Equilíbrio estático em posição *tandem*.

Os resultados comparativos dos parâmetros estabilométricos avaliados em posição *tandem* sobre a espuma podem ser vistos no Apêndice IV. Foi observado que o equilíbrio avaliado em posição *tandem* foi melhor no grupo controle do que no grupo experimental no instante da pós-avaliação. O grupo controle apresentou menor oscilação para DT, DML e Área ( $p \leq 0,01$ ) (Figura 15).

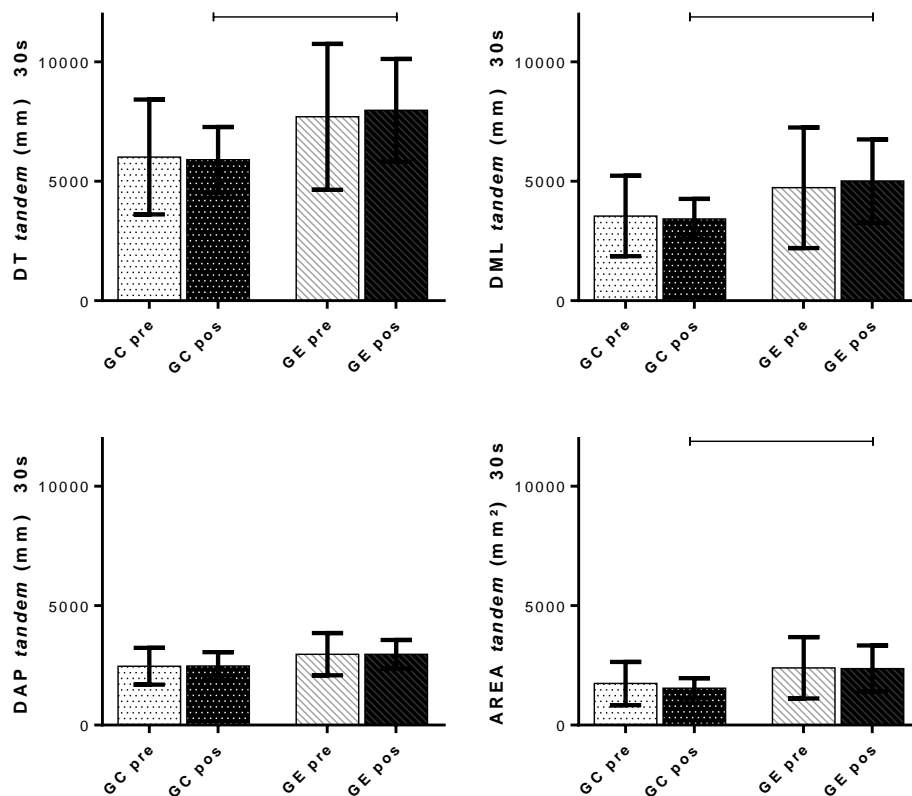


Figura 15. Parâmetros do equilíbrio estático em posição *tandem* sobre a espuma antes (pré) e após (pós) o período de intervenção do grupo controle (GC) e grupo experimental (GE). ( $p \leq 0,01$ ). DT – distância total percorrida pelo centro de pressão (COP). DAP – distância percorrida pelo COP na direção ântero-posterior. DML – distância percorrida pelo COP na direção médio lateral. Área – área total percorrida pelo COP.

#### 4.2.3. Equilíbrio dinâmico durante o teste de tiro de reação.

Os dados descritivos do equilíbrio dinâmico durante o teste de tiro de reação encontra-se no Apêndice V. Não foi encontrada diferenças entre os grupos controle e experimental ( $p>0,01$ ), porém o grupo experimental apresentou tendência de melhora após o treinamento em todos os parâmetros de equilíbrio avaliados (DT reação  $p= 0,024$ ; DAP reação  $p=0,029$ ; DML reação  $p=0,059$ ; Area reação  $p=0,059$ ). Os resultados do equilíbrio durante o teste do tiro reação podem ser vistos na figura 16.

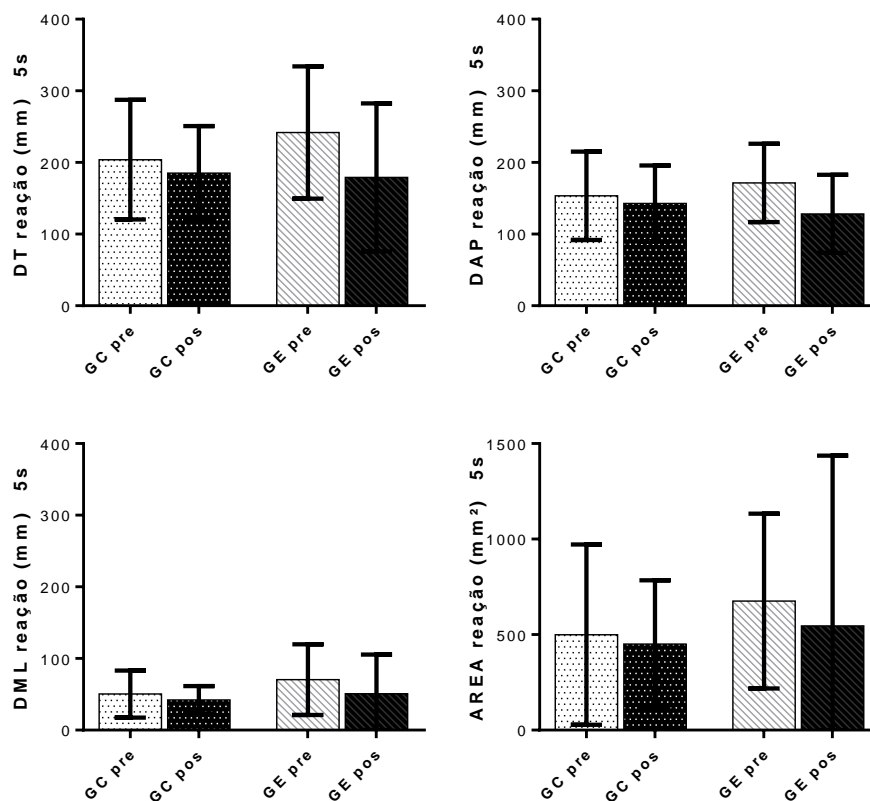


Figura 16. Parâmetros do equilíbrio dinâmico durante o tiro de reação antes (pré) e após (pós) o período de intervenção do grupo controle (GC) e grupo experimental (GE). ( $p>0,01$ ). DT – distância total percorrida pelo centro de pressão (COP). DAP - distância percorrida pelo COP na direção ântero-posterior. DML - distância percorrida pelo COP na direção médio lateral. Área – área total percorrida pelo COP.

#### 4.2.4. Tempo de reação e tempo total de ação

O tempo de reação (GC pré= $0,20\pm0,03$  s, GE pré=  $0,21\pm0,04$  s; GC pós=  $0,20\pm0,04$  s, GE pós =  $0,20\pm0,03$  s) e o tempo em que o participante leva para atirar (GC pré= $2,18\pm0,54$  s, GE pré=  $2,44\pm0,70$  s; GC pós=  $2,17\pm0,37$  s, GE pós =  $2,46\pm0,54$  s) não foram alterados após o período de treinamento. A Figura 17 mostra os resultados referentes ao tempo de reação e tempo de ação ( $p>0,01$ ).

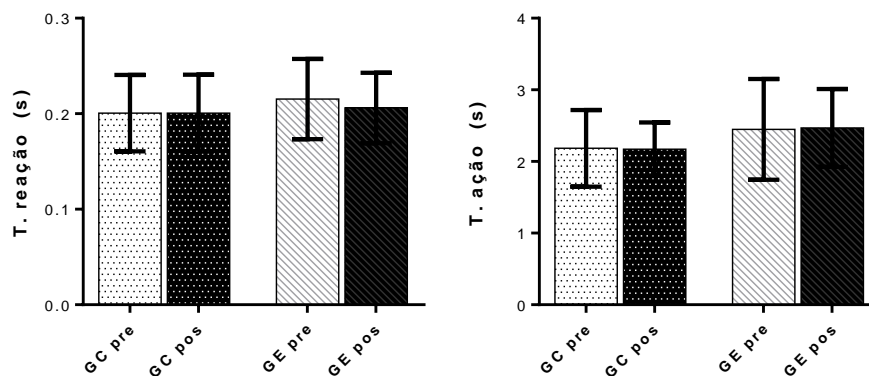


FIGURA 17. Tempo de reação (t. reação) e tempo total de ação (T. ação) antes (pré) e após (pós) o período de intervenção do grupo controle (GC) e grupo experimental (GE). ( $p>0,01$ ).

#### 4.2.5. Estabilização central

A estabilização central aferida pelo ângulo do quadril melhorou no grupo experimental após o treinamento (GE pré =  $118,53 \pm 13,14$  graus; GE pós= $139,06 \pm 11,34$  graus). Esta melhora fez com que os grupos controle e experimental, inicialmente homogêneos (GC pré=  $114,52 \pm 12,24$  graus), apresentassem diferença na pós-avaliação (GC pós=  $111,41 \pm 11,59$  graus) ( $p\leq 0,01$ ) (Figura 18).



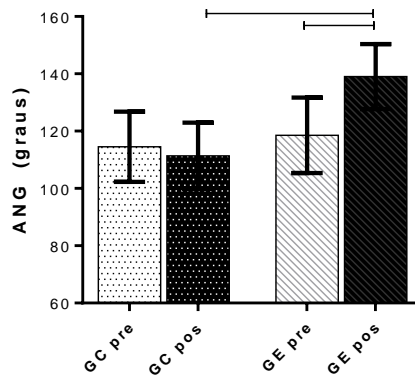


FIGURA 18. Ângulo do quadril (ANG), referentes ao teste de capacidade de estabilização central, antes (pré) e após (pós) o período de intervenção do grupo controle (GC) e grupo experimental (GE). ( $p \leq 0,01$ ).

#### 4.2.6. Desempenho do tiro

O desempenho do tiro foi avaliado por meio do escore, enquanto o controle dos movimentos da arma foi avaliado através da distância percorrida pela projeção do laser sobre o alvo. No Apêndice VI encontram-se os dados de média e desvio padrão do desempenho do tiro.

Os resultados mostraram homogeneidade entre os grupos na pré avaliação para todos os casos avaliados: Escore, DT tiro, DV tiro, DH tiro e AR tiro, tanto para o tempo de 5s quanto para 1s antes do disparo ( $p > 0,01$ ). O grupo controle apresentou melhor DH tiro (5s e 1s), DT tiro (1s) e AR tiro (1s) quando comparado ao grupo experimental na pós avaliação ( $p \leq 0,01$ ). Não houve diferença na comparação entre pré e pós avaliação (mesmo grupo). Os resultados referentes ao desempenho do atirador podem ser vistos na figura 19.

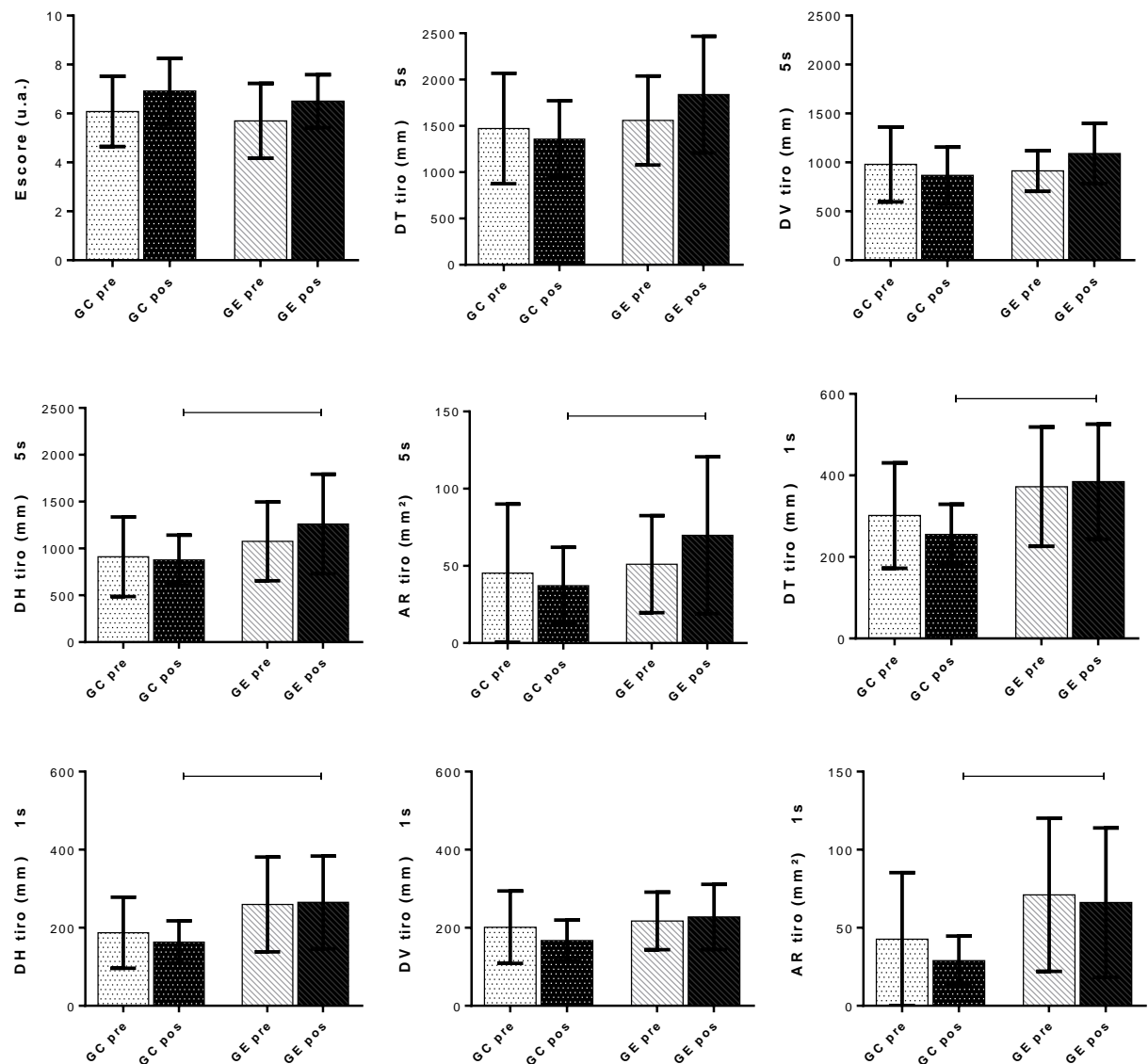


FIGURA 19. Parâmetros do desempenho do tiro referentes ao tempo de 5s e 1s antes do disparo, antes (pré) e após (pós) o período de intervenção do grupo controle (GC) e grupo experimental (GE). ( $p \leq 0,01$ ). DT tiro = distância total percorrida pela projeção do laser; DV tiro: distância percorrida pela projeção do laser no eixo vertical; DH tiro= distância percorrida pela projeção do laser no eixo horizontal; EQD= equilíbrio dinâmico; DT – distância total percorrida pelo centro de pressão (COP). DAP - distância percorrida pelo COP na direção ântero-posterior. DML - distância percorrida pelo COP na direção médio lateral. Área – área total percorrida pelo COP.

## 5. DISCUSSÃO

A discussão foi dividida em duas partes de acordo com os objetivos desenvolvidos neste estudo de verificar a relação entre a estabilização central e os parâmetros de equilíbrio com o desempenho do atirador; determinar o efeito da prática do Pilates sobre o equilíbrio, tempo de reação e ação, estabilização central e desempenho de atiradores.

### 5.1. A INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS DE EQUILÍBRIO E A ESTABILIZAÇÃO CENTRAL SOBRE O DESEMPENHO DO TIRO.

Um dos objetivos deste trabalho foi verificar a relação entre a estabilização central e parâmetros de equilíbrio sobre o desempenho de atiradores. Os achados não demonstraram que a estabilização central influencia a performance do tiro. Os resultados mostraram uma associação negativa entre a oscilação corporal no sentido ântero-posterior e o desempenho do tiro, ou seja, quanto maior a oscilação corporal pior se apresenta o desempenho. Não foram encontradas associações entre os outros parâmetros de equilíbrio e o escore ou flutuação da arma.

A associação entre a estabilização central e o desempenho do tiro era esperada, uma vez que a correta ativação dos músculos do *core* proporcionam um melhor equilíbrio durante a realização de movimentos dos membros superiores (KIBLER, PRESS e SCIASCIA, 2006). A capacidade do indivíduo em dissociar a musculatura estabilizadora do tronco da musculatura dinâmica permite que o participante mantenha um alinhamento adequado do corpo e propicie uma base de suporte adequada para a realização dos movimentos dos membros superiores. Com isso, melhorias na execução da atividade, como o tiro são esperadas (HODGES e RICHARDSON, 1999; KIBLER, PRESS e SCIASCIA, 2006; KLOUBEC, 2011). Contudo, como a ativação da musculatura dos músculos do abdômen não foram aferidas não é possível afirmar que houve melhora da ativação muscular. Ademais, é possível que a postura assumida, durante o tiro (com os pés paralelos de frente para o alvo e com as duas mãos segurando a arma, postura comumente utilizada por policiais) pode ter favorecido a adoção de uma condição estável, a qual não

requer esforços musculares expressivos para execução dos disparos. A postura adotada pelo participante também permite que os membros superiores se movimentem de forma independente em relação aos movimentos do tronco. Assim, é possível afirmar que o desempenho do atirador também é influenciado pelos movimentos independentes dos braços, além da oscilação corporal, o que pode explicar a falta de relação entre a estabilização central e o desempenho do atirador. Considerando os resultados que não mostram associação entre a estabilização central e o desempenho do tiro, rejeita-se a hipótese  $H_1$  que prevê que a estabilização central influencia o desempenho do atirador.

Os resultados das regressões multifatoriais mostram que o desempenho do atirador pode ser influenciado pelo equilíbrio estático (oscilação corporal na direção ântero-posterior), porém, não apresentaram relações com os demais parâmetros estabilométricos ou com o equilíbrio dinâmico. A relação negativa entre a DAP e o Escore do atirador ( $R^2 = 0.232$ ) no período de 1s está em concordância com os resultados encontrados em outros estudos (ERA *et al.*, 1996; SU, WU e LEE, 2000; BALL, BEST e WRIGLEY, 2003a) de que maiores oscilações do centro de pressão acarretam piores desempenhos do tiro. Ao contrário dos resultados reportados por este estudo, Ball, Best e Wrigley (2003a) também encontraram relação do escore com a oscilação do centro de pressão na direção médio-lateral. Este resultado pode ser explicado pela diferente posição do atirador no momento do tiro. É preciso considerar que os atiradores do presente estudo foram posicionados de frente para o alvo, postura utilizada por policiais durante o tiro defensivo, enquanto os atletas de pistola do tiro esportivo são comumente orientados lateralmente em relação o alvo. A postura do atirador com os braços erguidos para frente altera a posição do centro de massa e induz o atirador a realizar compensações no centro de pressão corporal, movendo-se para frente e para trás a fim de manter o equilíbrio. Além disso, existe maior complexidade em controlar as oscilações corporais na direção ântero-posterior, devido às configurações articulares, as quais possibilitam maior grau de liberdade dos movimentos nesta direção (AALTO *et al.*, 1990; BALASUBRAMANIAM, RILEY e TURVEY, 2000).

Apesar da associação negativa entre o deslocamento do centro de pressão e o desempenho do atirador, os resultados mostram que o equilíbrio influencia 23% na variação do desempenho. Resultados similares foram encontrados por Mononen *et al.* (2007) que relata que o equilíbrio aliado a capacidade de controlar os

movimentos da arma influenciam em 26% a performance do tiro. A associação pode se dar pelo fato de a pistola ser sustentada longe do tronco, o que possibilita movimentos dos braços e do complexo mão-pistola diferenciados dos movimentos referentes à oscilação do corpo. A independência dos movimentos dos membros superiores não acontece na execução de tiros com carabina, que permite o apoio da arma no ombro e possibilita menor oscilação da arma. Assim os movimentos da arma dependem da oscilação corporal (MONONEN *et al.*, 2007). Neste caso, a relação entre o equilíbrio, flutuação da arma e o escore pode chegar a 53% e 75% da variação na exatidão do atirador (MASON, COWAN e GONCZOL, 1990; VIITASALO *et al.*, 1999). A associação entre o equilíbrio e o escore também mostra que outros fatores como movimentos da arma durante o instante do disparo e fatores psicológicos como concentração e ansiedade podem influenciar a performance do tiro (ZATSIORSKY e AKTOV, 1990; KONTTINEN, LYYTINEN e VIITASALO, 1998; VIITASALO *et al.*, 1999).

A distância do alvo até o atirador também influencia a oscilação do atirador. Uma vez que a visão é utilizada para mirar o alvo, sua contribuição para o controle postural é limitado. (ERA *et al.*, 1996; BALASUBRAMANIAM, RILEY e TURVEY, 2000; HERPIN *et al.*, 2010). Era *et al.* (1996) mostraram que atletas com melhor desempenho mantém uma estabilidade maior quando comparados aos outros atletas de níveis mais baixos, tanto na condição de olhos abertos, quanto com os olhos fechados. Herpin *et al.* (2010) também compararam a oscilação corporal de atiradores, esgrimistas e grupo controle em condição de olhos abertos e fechados. A menor oscilação encontrada em ambas as condições demonstra que atiradores confiam mais nos sistemas proprioceptivo e vestibular, enquanto o sistema visual é destinado para concentrar no alvo. Portanto, aceita-se parcialmente a hipótese H<sub>2</sub> que prevê que um conjunto de variáveis que representam o equilíbrio dinâmico e estático influencia o desempenho do atirador.

Uma limitação encontrada por este estudo é o baixo número de participantes que diminui o poder estatístico da regressão múltipla. Além disso, alguns estudos mostram que a relação entre o equilíbrio e o desempenho do atirador varia de indivíduo para indivíduo, sugerindo que cada atirador oscila o corpo e controla os movimentos da arma de forma específica e diferenciada dos outros atiradores (BALL, BEST e WRIGLEY, 2003a; BALL, BEST e WRIGLEY, 2003b). Por isso, uma análise intra-sujeito é atrativa para futuras pesquisas.

## 5.2. EFEITO DA PRÁTICA DO PILATES SOBRE ESTABILIZAÇÃO CENTRAL, TEMPO DE REAÇÃO E AÇÃO, EQUILÍBRIO E DESEMPENHO DE ATIRADORES.

O segundo objetivo deste estudo foi determinar o efeito da prática do Pilates sobre o equilíbrio, tempo de reação e ação, capacidade de estabilização central e desempenho dos atiradores. Não foram observadas modificações nos parâmetros de equilíbrio estático ou dinâmico em resposta ao treinamento do grupo experimental.

Ao contrário dos resultados do presente estudo, outras pesquisas reportam melhoras no equilíbrio após a prática com o método Pilates (ENGLISH e HOWE, 2007; JOHNSON *et al.*, 2007b; BIRD, HILL e FELL, 2012; MIYAKE *et al.*, 2012). English e Howe (2007) avaliaram o equilíbrio dinâmico de jogadores de basquete pelo teste SEBT e encontraram melhoras (4 a 17%) no alcance em todas as direções do teste após seis semanas de treinamento com o método Pilates. Contudo, o estudo avaliou uma amostra pequena (n=3), o que pode ter influenciado os resultados. Bird *et al.* (2012) também avaliaram o equilíbrio estático (oscilação na direção médio-lateral) e o equilíbrio dinâmico (*Four Square Step Test*, *Timed Up and Go Test*) dos participantes após dez semanas de treinamento com o método e reportaram uma diminuição da oscilação corporal em condição de olhos fechados e sobre a espuma. Todavia, Bird e colaboradores avaliaram o equilíbrio em sujeitos acima de 60 anos, os quais apresentam maiores oscilações do centro de pressão em função dos efeitos deletérios do envelhecimento. As melhoras encontradas por Bird *et al.* (2012) podem ser devido a melhora que os idosos apresentam mediante à prática de exercícios e não especificamente em resposta ao treinamento com o método Pilates.

O efeito do treinamento de Pilates sobre o equilíbrio estático e sobre o equilíbrio dinâmico era esperado, por causa da capacidade do indivíduo em dissociar a musculatura estabilizadora do tronco em relação aos músculos diretamente envolvidos no tiro. A dissociação da musculatura estabilizadora do tronco permite a estabilização da espinha lombar e a criação de uma forte base de suporte, a qual possibilita uma melhor manutenção do equilíbrio durante o movimento de membros superiores ou inferiores (KIBLER, PRESS e SCIASCIA, 2006). É possível argumentar que muitos exercícios executados no treinamento são realizados na posição deitada, ao contrário da prática do tiro. Dessa forma, é

possível que os participantes não tenham conseguido transferir a aprendizagem motora para a especificidade requerida na tarefa.

Outro fator associado à falta de melhoras significativas no equilíbrio pode ser atribuído ao elevado condicionamento físico observado mesmo antes do início da pesquisa. Assim os exercícios realizados podem não ter sido suficientes para causar modificações importantes no sistema de controle postural e diminuir a oscilação corporal. Exercícios específicos de equilíbrio, propriocepção e posturas que simulem a posição adotada pelos atiradores podem ser mais atrativos para melhorar a estabilidade postural e prover maiores ganhos sobre o desempenho do atirador.

Apesar dos achados do presente estudo apresentarem uma importante tendência de melhora do equilíbrio durante o tiro de reação dos atirados, os resultados não foram significativos. Dessa forma, a hipótese  $H_3$ , que pressupõe que um conjunto de variáveis que representam o equilíbrio estático e dinâmico dos atiradores melhora com o treinamento da musculatura estabilizadora do tronco por meio do método Pilates não pode ser aceita.

Os tempos de ação e de reação também não foram alterados após a prática do Pilates. Shidoji e Matsunaga (1991) sugerem que o tempo de reação é mais sensível aos efeitos da prática específica, em razão da aprendizagem da tarefa. Destaca-se que o teste aplicado para determinar os tempos de reação e ação no presente estudo é bastante similar àquele empregado para o treinamento dos participantes. Portanto, é possível que efeitos de aprendizagem da tarefa tenham influenciado o desempenho do teste. Além da aprendizagem da tarefa o condicionamento físico, em especial da musculatura específica envolvida na tarefa também pode influenciar o tempo de reação. Assim, a hipótese  $H_4$  que prevê que o tempo de reação de atiradores de tiro defensivo diminui com o treinamento da musculatura estabilizadora do tronco por meio do método Pilates foi rejeitada.

O treinamento físico a partir dos exercícios propostos pelo método Pilates foi eficaz em melhorar a capacidade de estabilização central dos atiradores. O grupo experimental conseguiu aumentar em 17% (Figura 19) a capacidade de manter a estabilização da coluna lombar após a intervenção, enquanto o grupo controle não apresentou variação quanto ao ângulo de quadril aferido. Apesar da ativação muscular não ter sido avaliada, é possível que a melhora da estabilização central, tenha sido em decorrência de um melhor recrutamento dos músculos profundos do tronco, como transverso do abdômen, oblíquos internos e multifídio (ENDLEMAN e

CRITCHLEY, 2008; CRITCHLEY, PIERSON e BATTERSBY, 2011). A melhora da estabilização central devido a melhor ativação dos músculos do *core* é suportada por Endleman e Critchley (2008). Os autores avaliaram a mudança na ativação muscular (espessura) dos músculos do abdômen durante a realização de três exercícios de Pilates e constataram que o transverso do abdômen e os oblíquos internos tinham maior espessura durante a realização dos exercícios do que quando comparados à posição de repouso.

Vale ressaltar que aprendizagem motora também pode ter influenciado a capacidade do participante em estabilizar o tronco durante o teste. Portanto, a hipótese H<sub>5</sub> de que a estabilização central dos atiradores melhora com o treinamento da musculatura estabilizadora do tronco por meio do método Pilates foi aceita.

O desempenho do tiro (score ou flutuação da arma) também não apresentou diferenças em respostas ao treinamento. Pode-se argumentar que a melhora da estabilização central não tenha sido suficiente para prover melhoras sobre o desempenho do atirador, uma vez que o desempenho também é influenciado por outros fatores, como o equilíbrio. Talvez se as melhoras sobre o equilíbrio fossem significativas, seria possível verificar uma melhora no score ou no controle da arma.

Além disso, a prática do tiro é uma tarefa que necessita habilidades específicas e além de um bom condicionamento físico (SILVA *et al.*, 2009). Por isso, associar a prática do Pilates ao treinamento específico de tiro, pode desenvolver melhores condições para a prática do tiro e por consequência resultar em melhores performances. Dessa forma, a hipótese H<sub>6</sub> de que um conjunto de variáveis que representa o desempenho do atirador melhora com o treinamento da musculatura estabilizadora do tronco por meio do método Pilates foi rejeitada.

Uma das limitações do estudo foi o número pequeno de participantes, ainda que outros estudos tenham sido realizados com amostras menores. Além disso, a aderência dos participantes nas sessões de 70% pode ter influenciado a significância dos resultados. Estudos que verificaram a eficácia de um treinamento com o método Pilates apresentam frequência igual ou superior 80% das sessões de treinamento (JOHNSON *et al.*, 2007a; KAESLER *et al.*, 2007b; BIRD, HILL e FELL, 2012). Com isso é possível que o menor tempo de prática tenha sido insuficiente para mostrar melhoras significativas dos participantes.

Outro fator que limitou o estudo foi a participação dos voluntários em uma competição que envolvia diferentes modalidades esportivas, entre elas competição



de tiro esportivo, tiro prático e tiro rápido. O treinamento específico de tiro para a competição foi realizado durante o período de intervenção do presente estudo, o que pode ter resultado na melhora do grupo controle após o período de treinamento e assim, apresentar uma interação entre o grupo controle e grupo experimental na pós-avaliação.

## **6. CONCLUSÃO**

Os resultados das análises de regressão múltipla demonstraram que reduções sobre a oscilação corporal são fundamentais para um bom desempenho na prática do tiro, ou seja, quanto maior a oscilação corporal na direção ântero-posterior, pior o desempenho. Dessa forma, treinamentos específicos que visem a melhora do equilíbrio é recomendado para prover ganhos na performance do tiro.

A prática do Pilates mostrou ser eficiente para melhorar a estabilização central dos participantes. Contudo, não foi suficiente para melhorar aos parâmetros de equilíbrio, tempos de ação e reação e o desempenho do tiro. A realização da prática do Pilates associada com a prática do Tiro pode ser uma sugestão para futuros estudos.

## 7. REFERÊNCIAS

AALTO, H. *et al.* Postural stability in shooters. **ORL**, v. 52, n. 4, p. 232-238, 1990. ISSN 1423-0275.

ARNOLD, S. **O Treinamento do Tiro Esportivo**. Brasília: MEC/D DD/SEED, 1980.

BACA, A.; KORNFEIND, P. Stability analysis of motion patterns in biathlon shooting. **Human movement science**, v. 31, n. 2, p. 295-302, 2012. ISSN 0167-9457.

BALASUBRAMANIAM, R.; RILEY, M. A.; TURVEY, M. Specificity of postural sway to the demands of a precision task. **Gait & posture**, v. 11, n. 1, p. 12-24, 2000. ISSN 0966-6362.

BALL, K.; BEST, R.; WRIGLEY, T. Body sway, aim point fluctuation and performance in rifle shooters: inter-and intra-individual analysis. **Journal of sports sciences**, v. 21, n. 7, p. 559-566, 2003a. ISSN 0264-0414.

BALL, K. A.; BEST, R. J.; WRIGLEY, T. V. Inter-and intra-individual analysis in elite sport: Pistol shooting. **Journal of Applied Biomechanics**, v. 19, n. 1, p. 28-38, 2003b. ISSN 1065-8483.

BARELA, J. A. Estratégias de controle em movimentos complexos: ciclo percepção-ação no controle postural. **Rev Paul Educ Fís**, v. 1, n. Supl 3, p. 79-88, 2000.

BERTOLLA, F. *et al.* Effects of a training program using the Pilates method in flexibility of sub-20 indoor soccer athletes. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 13, n. 4, p. 222-226, 2007. ISSN 1517-8692.

BIRD, M.-L.; HILL, K. D.; FELL, J. W. A randomized controlled study investigating static and dynamic balance in older adults after training with Pilates. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 93, n. 1, p. 43-49, 2012. ISSN 0003-9993.

BORTOLI, L. *et al.* Striving for excellence: A multi-action plan intervention model for shooters. **Psychology of Sport and Exercise**, v. 13, n. 5, p. 693-701, 2012. ISSN 1469-0292.

BRESSEL, E. *et al.* Comparison of static and dynamic balance in female collegiate soccer, basketball, and gymnastics athletes. **Journal of athletic training**, v. 42, n. 1, p. 42, 2007.

BROWN, M. J. **The Effect of acute exercise-induced fatigue on pistol shooting performance in police officers**. 2011. (master). University of Nevada, Las Vegas

CARVALHO, R. L.; ALMEIDA, G. L. Aspectos sensoriais e cognitivos do controle postural. **Rev Neuroc**, v. 17, n. 2, p. 156-60, 2009.

CBTD. **Regulamento de Tiro Defensivo IDPA da Confederação Brasileira de Tiro Defensivo** 2005.

\_\_\_\_\_. Confederação Brasileira de Tiro Defensivo. 2014. Disponível em: < <http://www.cbtd.esp.br/> >. Acesso em: 27 de janeiro de 2014.

CBTE. Confederação Brasileira de Tiro Esportivo. 2013. Disponível em: < <http://www.cbte.org.br/> >. Acesso em: 20 de Dezembro de 2013.

CRITCHLEY, D. J.; PIERSON, Z.; BATTERSBY, G. Effect of pilates mat exercises and conventional exercise programmes on transversus abdominis and obliquus internus abdominis activity: pilot randomised trial. **Manual therapy**, v. 16, n. 2, p. 183-189, 2011. ISSN 1356-689X.

CRUZ-FERREIRA, A. *et al.* A systematic review of the effects of pilates method of exercise in healthy people. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 92, n. 12, p. 2071-2081, 2011. ISSN 0003-9993.

DE FREITAS, S. M. S. F. **Coordenação postural em adultos e idosos durante movimentos voluntários na postura ereta**. 2005. Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.

DEENY, S. P. *et al.* Electroencephalographic coherence during visuomotor performance: a comparison of cortico-cortical communication in experts and novices. **Journal of Motor Behavior**, v. 41, n. 2, p. 106-116, 2009. ISSN 0022-2895.

DUARTE, M.; FREITAS, S. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. **Rev bras fisioter**, v. 14, n. 3, p. 183-92, 2010.

EBERSBACH, G.; DIMITRIJEVIC, M. R.; POEWE, W. Influence of concurrent tasks on gait: a dual-task approach. **Percept Mot Skills**, v. 81, n. 1, p. 107-13, Aug 1995. ISSN 0031-5125 (Print)

0031-5125 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8532444> >.

ENDLEMAN, I.; CRITCHLEY, D. J. Transversus abdominis and obliquus internus activity during pilates exercises: measurement with ultrasound scanning. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 89, n. 11, p. 2205-2212, 2008. ISSN 0003-9993.

ENGLISH, T.; HOWE, K. The effect of pilates exercise on trunk and postural stability and throwing velocity in college baseball pitchers: single subject design. **North American journal of sports physical therapy: NAJSPT**, v. 2, n. 1, p. 8, 2007.

ENOKA, R. M. **Bases neuromecânicas da cinesiologia**. Manole, 2000. ISBN 8520407951.

ERA, P. *et al.* Postural stability and skilled performance—a study on top-level and naive rifle shooters. **Journal of Biomechanics**, v. 29, n. 3, p. 301-306, 1996. ISSN 0021-9290.

FPRTE. Federação Paranaense de Tiro Esportivo 2013. Disponível em: < <http://www.fprte.com.br/site/> >. Acesso em: 20 de dezembro.

FREDERICSON, M.; MOORE, T. Core stabilization training for middle and long distance runners. **New studies in athletics**, v. 20, n. 1, p. 25-37, 2005.

FREITAS, S.; DUARTE, M. Métodos de análise do controle postural. **Laboratório de Biofísica, Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo**, 2006.

GAGE, W. H. *et al.* Kinematic and kinetic validity of the inverted pendulum model in quiet standing. **Gait & posture**, v. 19, n. 2, p. 124-132, 2004. ISSN 0966-6362.

GENTHON, N. *et al.* Contribution of each lower limb to upright standing in stroke patients. **Stroke**, v. 39, n. 6, p. 1793-1799, 2008. ISSN 0039-2499.

GOODMAN, S. *et al.* Regular and random components in aiming-point trajectory during rifle aiming and shooting. **Journal of motor behavior**, v. 41, n. 4, p. 367-384, 2009. ISSN 0022-2895.

GRIBBLE, P. A.; HERTEL, J.; PLISKY, P. Using the Star Excursion Balance Test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review. **Journal of athletic training**, v. 47, n. 3, p. 339-357, 2012. ISSN 1062-6050.

GROVES, R. Relationship of reaction time and movement time in a gross motor skill. **Perceptual and motor skills**, v. 36, n. 2, p. 453-454, 1973. ISSN 0031-5125.

HALL, E. G.; HARDY, C. J. Ready, aim, fire... relaxation strategies for enhancing pistol marksmanship. **Perceptual and motor skills**, v. 72, n. 3, p. 775-786, 1991. ISSN 0031-5125.

HAWKINS, R. N. Effects of stance angle on postural stability and performance with national-standard air pistol competitors. **European Journal of Sport Science**, n. ahead-of-print, p. 1-7, 2013. ISSN 1746-1391.

HAWKINS, R. N.; SEFTON, J. M. Effects of stance width on performance and postural stability in national-standard pistol shooters. **Journal of sports sciences**, v. 29, n. 13, p. 1381-1387, 2011. ISSN 0264-0414.

HERPIN, G. *et al.* Sensorimotor specificities in balance control of expert fencers and pistol shooters. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 20, n. 1, p. 162-169, 2010. ISSN 1050-6411.

HODGES, P. W.; RICHARDSON, C. A. Transversus abdominis and the superficial abdominal muscles are controlled independently in a postural task. **Neuroscience letters**, v. 265, n. 2, p. 91-94, 1999. ISSN 0304-3940.

HORAK, F. B. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? **Age and ageing**, v. 35, n. suppl 2, p. ii7-ii11, 2006. ISSN 0002-0729.

HORAK, F. B.; MACPHERSON, J. M. Postural orientation and equilibrium. **Comprehensive Physiology**, 1996. ISSN 0470650710.

HORAK, F. B.; SHUPERT, C.; HERDMAN, S. Função do sistema vestibular no controle postural. **Reabilitação vestibular. São Paulo: Manole**, p. 25-51, 2002.

HRYSOMALLIS, C. Balance ability and athletic performance. **Sports medicine**, v. 41, n. 3, p. 221-232, 2011. ISSN 0112-1642.

IPSC. International Practical Shooting Confederation. 2014. Disponível em: < <http://www.ipsc.org/> >. Acesso em: 27 de janeiro de 2014.

IQBAL, K. Mechanisms and models of postural stability and control. Engineering in Medicine and Biology Society, EMBC, 2011 Annual International Conference of the IEEE, 2011, IEEE. p.7837-7840.

ISSF. International Shooting Sport Federation 2013. Disponível em: < <http://www.issf-sports.org/> >. Acesso em: 20 de Dezembro de 2013.

JOHNSON, E. G. *et al.* The effects of Pilates-based exercise on dynamic balance in healthy adults. **Journal of bodywork and movement therapies**, v. 11, n. 3, p. 238-242, 2007a. ISSN 1360-8592.

\_\_\_\_\_. The effects of Pilates-based exercise on dynamic balance in healthy adults. **J Bodyw Mov Ther**, v. 11, n. 3, p. 238-242, 2007b. ISSN 1360-8592.

JÚNIOR, P. F.; BARELA, J. A. Alterações no funcionamento do sistema de controle postural de idosos: uso da informação visual. **Revista portuguesa de ciências do desporto**, v. 6, n. 1, p. 94-105, 2006. ISSN 1645-0523.

KAESLER, D. *et al.* A novel balance exercise program for postural stability in older adults: A pilot study. **J Bodyw Mov Ther**, v. 11, n. 1, p. 37-43, 2007a. ISSN 1360-8592.

\_\_\_\_\_. A novel balance exercise program for postural stability in older adults: A pilot study. **Journal of bodywork and movement therapies**, v. 11, n. 1, p. 37-43, 2007b. ISSN 1360-8592.

KANG, H. G.; LIPSITZ, L. A. Stiffness control of balance during quiet standing and dual task in older adults: the MOBILIZE Boston Study. **Journal of neurophysiology**, v. 104, n. 6, p. 3510-3517, 2010. ISSN 0022-3077.

KIBLER, W. B.; PRESS, J.; SCIASCIA, A. The role of core stability in athletic function. **Sports medicine**, v. 36, n. 3, p. 189-198, 2006. ISSN 0112-1642.

KINZEY, S. J.; ARMSTRONG, C. W. The reliability of the star-excursion test in assessing dynamic balance. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 27, n. 5, p. 356-360, 1998. ISSN 0190-6011.

KLINGNER, B. **O tiro com a carabina**. Ministério da Educação e Cultura 1981.

KLOUBEC, J. Pilates: how does it work and who needs it? **Muscles, Ligaments and Tendons Journal**, v. 1, n. 2, p. 61, 2011.

KONTTINEN, N.; LYYTINEN, H.; VIITASALO, J. Rifle-balancing in precision shooting: behavioral aspects and psychophysiological implication. **Scandinavian**

**journal of medicine & science in sports**, v. 8, n. 2, p. 78-83, 1998. ISSN 1600-0838.

LAJOIE Y. *et al.* Attentional demands for static and dynamic equilibrium. **Experimental Brain Research**, v. 97, n. 1, p. 139-144, 1993.

LAKIE, M. The influence of muscle tremor on shooting performance. **Experimental physiology**, v. 95, n. 3, p. 441-450, 2010. ISSN 1469-445X.

LARCOM, A. **The effects of balance training on dynamic balance capabilities in the elite Australian rules footballer**. 2013. Victoria University

LATEY, P. The Pilates method: history and philosophy. **J Bodyw Mov Ther**, v. 5, n. 4, p. 275-282, 2001. ISSN 1360-8592.

MACEDO, B. G. D. *et al.* Impacto das alterações visuais nas quedas, desempenho funcional, controle postural e no equilíbrio dos idosos: uma revisão de literatura; The impact of visual alterations on falls, functional performance, postural control and balance in the elderly: a literature review. **Rev. bras. geriatr. gerontol**, v. 11, n. 3, p. 419-432, 2008. ISSN 1809-9823.

MANSON, B. R.; BOND, J. **Pistol Shooting: Coaches Report**. Australian Sport Commission. 1989

MARÉS, G. *et al.* A importância da estabilização central no método Pilates: uma revisão sistemática; The importance of central stabilization in Pilates method: a systematic review. **Fisioter. mov**, v. 25, n. 2, p. 445-451, 2012. ISSN 0103-5150.

MARION, N. Police academy training: are we teaching recruits what they need to know? **Policing: An International Journal of Police Strategies & Management**, v. 21, n. 1, p. 54-79, 1998. ISSN 1363-951X.

MARSHALL, P. W.; MURPHY, B. A. Core stability exercises on and off a Swiss ball. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 86, n. 2, p. 242-249, 2005. ISSN 0003-9993.

MASON, B. R.; COWAN, L. F.; GONCZOL, T. Factors affecting accuracy in pistol shooting. In: (Ed.). **EXCEL publication of the Australian Institute of Sport**, 1990. p.2 to 6.

MATSUMURA, B. A.; AMBROSE, A. F. Balance in the elderly. **Clinics in geriatric medicine**, v. 22, n. 2, p. 395-412, 2006. ISSN 0749-0690.



MINVIELLE, G.; AUDIFFREN, M. Study of anticipatory postural adjustments in an air pistol-shooting task. **Perceptual and Motor Skills**, v. 91, n. 3f, p. 1151-1168, 2000. ISSN 0031-5125.

MIYAKE, Y. *et al.* Core exercises elevate trunk stability to facilitate skilled motor behavior of the upper extremities. **J Bodyw Mov Ther**, 2012. ISSN 1360-8592.

MOCHIZUKI, L.; AMADIO, A. C. Aspectos biomecânicos da postura ereta: a relação entre o centro de massa eo centro de pressão. **Rev Port Cien Desp**, v. 3, n. 3, p. 77-83, 2003.

MOCHIZUKI, L.; AMADIO, A. C. As informações sensoriais para o controle postural. **Fisioter Mov**, v. 19, n. 2, p. 11-8, 2006.

MOKHTARI, M.; NEZAKATALHOSSAINI, M.; ESFARJANI, F. The Effect of 12-Week Pilates Exercises on Depression and Balance Associated with Falling in the Elderly. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 70, p. 1714-1723, 2013. ISSN 1877-0428.

MONONEN, K. *et al.* Relationships between postural balance, rifle stability and shooting accuracy among novice rifle shooters. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 17, n. 2, p. 180-185, 2007. ISSN 1600-0838.

MUSCOLINO, J. E.; CIPRIANI, S. Pilates and the “powerhouse”—I. **J Bodyw Mov Ther**, v. 8, n. 1, p. 15-24, 2004. ISSN 1360-8592.

NEWELL, D.; SHEAD, V.; SLOANE, L. Changes in gait and balance parameters in elderly subjects attending an 8-week supervised Pilates programme. **J Bodyw Mov Ther**, v. 16, n. 4, p. 549-554, 2012. ISSN 1360-8592.

PATA, R. W.; LORD, K.; LAMB, J. The effect of Pilates based exercise on mobility, postural stability, and balance in order to decrease fall risk in older adults. **J Bodyw Mov Ther**, v. 18, n. 3, p. 361-7, Jul 2014. ISSN 1532-9283 (Electronic)

1360-8592 (Linking). Disponível em: <  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25042305> >.

PERRIN, P. *et al.* Judo, better than dance, develops sensorimotor adaptabilities involved in balance control. **Gait & posture**, v. 15, n. 2, p. 187-194, 2002. ISSN 0966-6362.

PRENTICE, W. E.; VOIGHT, M. L. **Treinamento de estabilização central em reabilitação.** In \_\_\_\_\_. **Técnicas em Reabilitação Musculoesquelética.** Artmed, 2003. ISBN 8536308028.

QUEIROZ, B. C. *et al.* Muscle activation during four Pilates core stability exercises in quadruped position. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 91, n. 1, p. 86-92, 2010. ISSN 0003-9993.

RAGNARSDÓTTIR, M. The concept of balance. **Physiotherapy**, v. 82, n. 6, p. 368-375, 1996. ISSN 0031-9406.

RICOTTI, L. Static and dynamic balance in young athletes. 2011. ISSN 1988-5202.

SABCHUK, R. A. C. **CONTROLE POSTURAL: COMPARAÇÃO ENTRE JOVENS, ADULTOS E IDOSOS EM TESTES DE CAMPO E PLATAFORMA.** 2013. (mestrado). UFPR

SADE, S. *et al.* Anxiety, self-control and shooting performance. **Perceptual and motor skills**, v. 71, n. 1, p. 3-6, 1990. ISSN 0031-5125.

SANTANA, F.; FERNÁNDEZ, E.; MARBÁN, R. M. The effects of the pilates method on the strength, flexibility, agility and balance of professional mountain bike cyclist. **Journal of sport and health research**, v. 2, n. 1, p. 41-54, 2010. ISSN 1989-6239.

SCHMIDT, R. A.; LEE, T. **Motor Control and Learning, 5E.** Human kinetics, 1988. ISBN 1450412297.

SEGAL, N. A.; HEIN, J.; BASFORD, J. R. The effects of Pilates training on flexibility and body composition: an observational study. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 85, n. 12, p. 1977-1981, 2004. ISSN 0003-9993.

SEKENDIZ, B. *et al.* Effects of Pilates exercise on trunk strength, endurance and flexibility in sedentary adult females. **J Bodyw Mov Ther**, v. 11, n. 4, p. 318-326, 2007. ISSN 1360-8592.

SHIDOJI, K.; MATSUNAGA, K. REACTION TIMES FOR FINE DISCRETE MOVEMENTS Department of Psychology Faculty of Literature, Kyushu University. **Perceptual and motor skills**, v. 72, n. 2, p. 595-602, 1991. ISSN 0031-5125.

SILVA, H. *et al.* A trainer system for air rifle/pistol shooting. Machine Vision, 2009. ICMV'09. Second International Conference on, 2009, IEEE. p.236-241.

SIQUEIRA RODRIGUES, B. G. D. *et al.* Pilates method in personal autonomy, static balance and quality of life of elderly females. **J Bodyw Mov Ther**, v. 14, n. 2, p. 195-202, 2010. ISSN 1360-8592.

SU, F.-C.; WU, W.-L.; LEE, W.-D. Stance Stability in Shooters. **Journal of Medical and Biological Engineering**, v. 20, n. 4, p. 187-192, 2000.

SWANENBURG, J. *et al.* Falls prediction in elderly people: a 1-year prospective study. **Gait & posture**, v. 31, n. 3, p. 317-321, 2010. ISSN 0966-6362.

TANG, W.-T. *et al.* Postural tremor and control of the upper limb in air pistol shooters. **Journal of sports sciences**, v. 26, n. 14, p. 1579-1587, 2008. ISSN 0264-0414.

VIITASALO, J. *et al.* Effects of 12-week shooting training and mode of feedback on shooting scores among novice shooters. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 11, n. 6, p. 362-368, 2001. ISSN 1600-0838.

VIITASALO, J. *et al.* The posture steadiness of running target shooters of different skill levels. **Kinesiology**, v. 31, n. 11, 1999.

WINTER, D. A. Human balance and posture control during standing and walking. **Gait & posture**, v. 3, n. 4, p. 193-214, 1995. ISSN 0966-6362.

WOOLLACOTT, M.; SHUMWAY-COOK, A. Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. **Gait & posture**, v. 16, p. 1-14, 2002.

WOOLLACOTT, M. H. 8 Age-Related Changes in Posture and Movement. **Journal of Gerontology**, v. 48, n. Special Issue, p. 56-60, 1993. ISSN 0022-1422.

ZATSIORSKY, V.; AKTOV, A. Biomechanics of highly precise movements: The aiming process in air rifle shooting. **Journal of biomechanics**, v. 23, p. 35-41, 1990. ISSN 0021-9290.

## APÊNDICES

APÊNDICE I – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO .....	75
APÊNDICE II – SESSÕES DE PILATES.....	78
APÊNDICE III – PARÂMETROS DE EQUILÍBRIO DURANTE O TESTE DO TIRO (MÉDIA ( $\pm$ DESVIO PADRÃO)), ANTES (PRÉ) E APÓS (PÓS) O PERÍODO DE INTERVENÇÃO DO GRUPO CONTROLE (GC) E GRUPO EXPERIMENTAL (GE)..	90
APÊNDICE IV – PARÂMETROS DE EQUILÍBRIO EM POSIÇÃO <i>TANDEM</i> (MÉDIA ( $\pm$ DESVIO PADRÃO)), ANTES (PRÉ) E APÓS (PÓS) O PERÍODO DE INTERVENÇÃO DO GRUPO CONTROLE (GC) E GRUPO EXPERIMENTAL (GE).....	91
APÊNDICE V – PARÂMETROS DO EQUILÍBRIO DURANTE O TESTE DE TIRO DE REAÇÃO (MÉDIA ( $\pm$ DESVIO PADRÃO)), ANTES (PRÉ) E APÓS (PÓS) O PERÍODO DE INTERVENÇÃO DO GRUPO CONTROLE (GC) E GRUPO EXPERIMENTAL (GE).....	92
APÊNDICE VI – PARÂMETROS DO DESEMPENHO DO TIRO (MÉDIA ( $\pm$ DESVIO PADRÃO)) ANTES (PRÉ) E APÓS (PÓS) O PERÍODO DE INTERVENÇÃO DO GRUPO CONTROLE (GC) E GRUPO EXPERIMENTAL (GE).	93

## APÊNDICE I – Termo de Consentimento livre e Esclarecido.

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO Cadete da academia da PM - Guatupê

Nós, Araceli Goedert e André L.F. Rodacki, pesquisadores da Universidade Federal do Paraná, estamos convidando o Senhor ou Senhora /Senhorita, jovem e adulto saudável, a participar de um estudo intitulado “Efeito da prática de pilates sobre o equilíbrio corporal de atiradores.”. Considerando que é através de pesquisas clínicas que encontramos avanços importantes para todas as áreas, precisamos da sua participação para realizar este estudo.

- a) O objetivo desta pesquisa é verificar o efeito do treinamento com o método Pilates sobre o controle postural (equilíbrio) e o desempenho de atiradores enquanto atiram com um sistema a laser.
- b) Caso você participe da pesquisa, será necessário a sua participação para responder um questionário sobre sua rotina, como exercícios, alimentação, sono, doenças etc; Além do questionário você deverá participar de uma avaliação pré intervenção, durante as sessões de treinamento e uma avaliação após o término de todas as práticas. O procedimento será descritos a seguir:
- A avaliação pré e pós consistem das mesmas avaliações e serão realizadas da seguinte maneira:
- No primeiro momento será medido estatura e peso. E serão colocados três marcadores reflexivos (presos com fita dupla face) no seu braço dominante.
  - Na primeira avaliação você deverá manter-se em pé, descalço, por 30 segundos, sobre uma plataforma de força que medirá as oscilações espontâneas do seu corpo nas seguintes condições: 1) pés paralelos, afastados a uma largura que aproxime a largura do quadril; 2) pés posicionados um a frente do outro (*tandem*) sobre uma espuma.
  - Na segunda avaliação você deverá manter-se em pé, descalço, com um pé sobre cada plataforma de força, e deverá realizar um tiro em duas condições: 1) estático, deverá partir da posição de tiro (mirando o alvo) e terá 30 segundos para realizar um tiro. 2) dinâmico, você receberá um sinal sonoro, e deverá retirar a arma do coldre, se posicionar e atirar.
  - A avaliação do tempo de reação e do movimento do braço será realizada através da filmagem da segunda avaliação.
  - Na quarta avaliação sua força abdominal será verificada através do teste de abaixamento de pernas. Você deverá se deitar em uma maca, de barriga para cima, com as duas pernas elevadas em direção ao teto. Um esfigmomanômetro (aparelho que mede a pressão) será colocado sob a sua coluna lombar com uma pressão de 40 mmHg. Então será pedido que você abaixe as duas pernas juntas, de maneira mais devagar e controlada possível. Quando a pressão do medidor diminuir, você deverá manter a posição enquanto o pesquisador mede a angulação que seu quadril tem em relação às pernas.
  - Na quinta e última avaliação você deverá realizar os seguintes testes de condicionamento físico:
    - Barra fixa: o participante deverá se puxar com os braços em posição pronada aberta, em uma barra fixa. Será considerado o número de repetições realizadas em 1 minuto.
    - Flexão de braço: o participante deverá realizar a flexão do braço, partindo de uma posição de decúbito ventral. O corpo não poderá encostar no chão durante as repetições. Será considerado o número de repetições realizadas em 1 minuto.

Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa  
em Seres Humanos do Setor de Ciências da  
Saúde/UFPR.  
Parecer CEP/SD-PB.nº 091.034  
na data de 11/06/2014

Comitê de ética em Pesquisa do Setor de Ciências da  
Saúde da UFPR  
Rua Pe. Camargo, 280 – 2º andar – Alto da Glória –  
Curitiba-PR – CEP:80060-240  
Tel (41)3360-7259 - e-mail: cometica.saude@ufpr.br

Rubricas:  
Participante da Pesquisa e /ou responsável  
legal \_\_\_\_\_  
Pesquisador Responsável e Orientador \_\_\_\_\_  
Orientador \_\_\_\_\_



- Abdominal: O participante deverá partir de uma posição deitada, com as pernas em flexão e deverá fletir o tronco até tocar o cotovelo no joelho. Será considerado o número de repetições realizadas em 1 minuto.
- Corrida: será considerado o tempo que o participante leva para correr 2,5 km.

Você terá 2 min para descansar entre cada exercício.

O treinamento será realizado 2 vezes por semana com duração de 1 hora, por um período de 8 semanas. As sessões serão ministradas por um instrutor formado em pilates, e serão divididas em 10 minutos de aquecimento, 40 minutos de exercícios que trabalhem a musculatura estabilizadora da coluna e equilíbrio, e 10 minutos de volta à calma.

Durante esse período você não deverá mudar sua rotina, por exemplo: não aumente, nem diminua a prática de exercícios, procure não mudar sua alimentação, etc.

- c) Você deverá comparecer na sala de testes da Academia de Polícia Militar do Paraná do Guatupê, localizada na BR 277, KM 72, São José dos Pinhás no dia e horário agendado para realizar a primeira avaliação. Neste dia serão feitos os testes de equilíbrio e condicionamento físico. A sua permanência durante esses procedimentos será de aproximadamente 1 hora. Após essa avaliação será agendado para que você compareça na sala indicada dentro da academia para realizar as práticas de pilates que acontecerão 2 vezes por semana com duração de 1 hora por 8 semanas. Após as 8 semanas de práticas você deverá retornar a sala de teste na academia, em um novo horário agendado, para realizar a pós avaliação. Neste dia serão realizados os mesmos testes de equilíbrio e condicionamento físico feitos na primeira avaliação e o tempo de permanência é de aproximadamente 1 hora.
- d) Todos os testes e práticas serão realizados da forma mais segura. Os procedimentos de avaliação são de fácil execução, porém pode ocorrer perda de equilíbrio momentânea, principalmente durante a avaliação do equilíbrio em cima da espuma. Para sua proteção, o avaliador estará posicionado ao seu lado para dar suporte e evitar quedas. Para garantir a qualidade e segurança das práticas, estas serão dadas por um profissional de educação física formado em pilates. É possível que você sinta um desconforto muscular durante a prática ou um dia após a prática (dor muscular tardia). Porém este desconforto é normal durante e após qualquer prática de exercício novo.
- e) Você deverá ter 80% de frequência nas sessões de pilates (13 aulas), caso contrário, você poderá continuar a realizar as sessões porém não terá seus dados utilizados para análises estatísticas da pesquisa.
- f) Sua participação neste estudo contribuirá para obtenção de resultados que podem indicar melhores métodos de treinamento para atiradores, tanto policiais, quanto atletas, permitindo melhorar o desempenho e a eficácia dos atiradores.
- g) Os pesquisadores Araceli Goedert (mestranda em Educação Física- UFPR, telefone para contato (41) 9693-6177) e o Prof. Dr. André Luiz Félix Rodacki (professor dos cursos de graduação e pós-graduação em Educação Física da UFPR, telefone para contato (41) 3360 – 4333) poderão ser contatados no Centro de estudos de Comportamento Motor (CECOM) da Universidade Federal do Paraná, de segunda a sexta, das 8h às 12h e das 13:30h às 17:30h ou pelos telefones citados a cima. Eles são os responsáveis pelo seu tratamento e poderão esclarecer eventuais

Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa  
em Seres Humanos do Setor de Ciências da  
Saúde/UFPR.

Parecer CEP/SD-PB.nº 691.034  
na data de 11/06/2014

Comitê de ética em Pesquisa do Setor de Ciências da  
Saúde da UFPR  
Rua Pe. Camargo, 280 – 2º andar – Alto da Glória –  
Curitiba-PR – CEP:80060-240  
Tel (41)3360-7259 - e-mail: cometica.saude@ufpr.br

Rubricas:

Participante da Pesquisa e /ou responsável  
legal \_\_\_\_\_

Pesquisador Responsável e Orientado \_\_\_\_\_  
Orientador

dúvidas e dar informações a respeito da pesquisa, antes, durante ou depois de encerrado o estudo.

- k) A sua participação neste estudo é voluntária e se você não quiser mais fazer parte da pesquisa poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam o termo de consentimento livre e esclarecido assinado.
- l) As informações relacionadas ao estudo poderão conhecidas pelos pesquisadores que executam a pesquisa e pelas autoridades legais. No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito de forma codificada, para que a confidencialidade seja mantida.
- m) Todos os equipamentos e materiais utilizados para os testes e práticas serão disponibilizados. Você está isento de qualquer custo. Você não receberá qualquer valor em dinheiro pela sua participação no estudo.
- n) Quando os resultados forem publicados, não aparecerá seu nome, e sim um código.

Eu, \_\_\_\_\_ li esse termo de consentimento e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual concordei em participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios do estudo. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento sem justificar minha decisão e sem que esta decisão afete meu tratamento. Eu entendi o que não posso fazer durante a minha participação na pesquisa e sei que qualquer problema relacionado a ela será tratado sem custos para mim.

Eu concordo voluntariamente em participar deste estudo.

\_\_\_\_\_  
(Assinatura do participante de pesquisa ou responsável legal)  
Local e data

Assinatura do Pesquisador

Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa  
em Seres Humanos do Setor de Ciências da  
Saúde/UFPR.  
Parecer CEP/SD-PB.nº 691.034  
na data de 31/06/2014

Comitê de ética em Pesquisa do Setor de Ciências da  
Saúde da UFPR  
Rua Pe. Camargo, 280 – 2º andar – Alto da Glória –  
Curitiba-PR –CEP:80060-240  
Tel (41)3360-7259 - e-mail: cometica.saude@ufpr.br

Rubricas:  
Participante da Pesquisa e /ou responsável  
legal \_\_\_\_\_  
Pesquisador Responsável e Orientado \_\_\_\_\_  
Orientador

## APÊNDICE II – EXERCÍCIOS DE PILATES

Sessão 1. – 10 repetições cada exercício

### 1. Saw



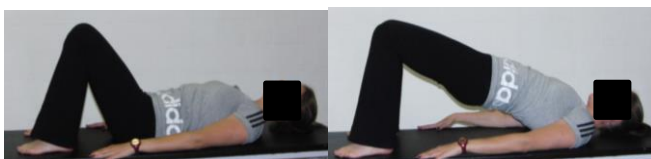
### 2. Spine Stretch



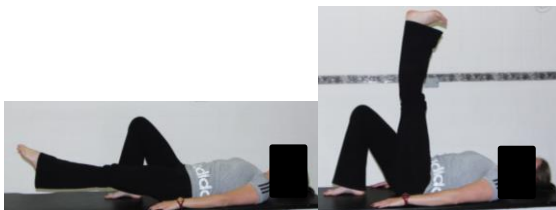
### 3. Roll up



### 4. Bridge



### 5. Single Leg up and down

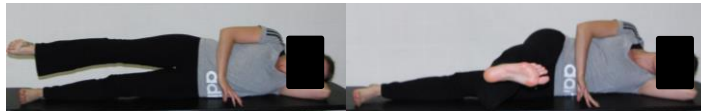


### 6. The Hundred





## 7. Side Kick



## 8. Prancha (10 s)



## 9. Flexão de braço

## 10. Relaxamento

Sessão 2. – 10 repetições cada exercício

1. Mobilização de pelve
2. Mobilização da escapula
3. Leg Circle
4. Oblique Hundred



5. Single Leg Stretch
6. 4 apoios –alternado



## 7. Flexão lombar



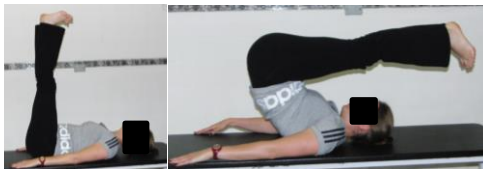
## 8. Agachamento com braços erguidos acima da cabeça

## 9. Relaxamento

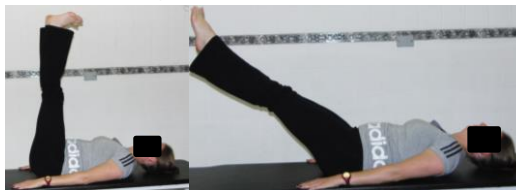
Sessão 3. – 10 repetições cada exercício

## 1. Spine Stretch

## 2. Back roll



## 3. Double Leg Up and Down



## 4. Single Leg Stretch

## 5. Prancha Lateral (10s)



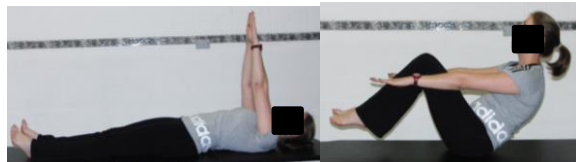
6. Side Kick
7. Flexão de Braço fechada
8. Avião
9. Flexão plantar unilateral
10. Relaxamento

Sessão4 – 10 repetições cada exercício

1. Bridge
2. Bridge unilateral
3. Roll up (pernas flexionadas)



4. Abdominal oblíquo (perna esticada)
5. Abdominal Oblíquo (tronco fletido, braços unidos de um lado para o outro)
6. Abdominal “Canivete”



7. Abdominal Oblíquo (Sobe e desce – pernas unidas)



8. Prancha sob as mãos (elevar a perna)



9. Extensão de Braço (posição de agachamento)
10. Rotação externa de ombro
11. Relaxamento

Sessão 5. – 10 repetições cada exercício

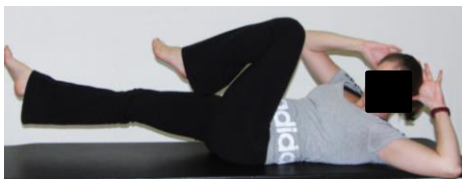
1. Leg Circle
2. Saw
3. Roll Over
4. Tesoura (na posição invertida)



5. The Hundred
6. Abdução de perna (na prancha lateral)
7. Prancha – move para prancha lateral e volta (alterna lados)
8. Prancha (4 repetições de 30s)
9. Flexão lombar – adução e abdução dos braços sobre a cabeça
10. Flexão de Braço com flexão de quadril lateral
11. Equilíbrio Unipodal com perturbação (rotação dos braços)
12. Relaxamento

Sessão 6. – 10 repetições cada exercício

1. Roll up
2. Equilíbrio sobre o quadril (posição V)
3. Double Leg Circle
4. Criss Cross



5. Abdominal V (pernas estendidas)



6. Prancha Lateral (4 repetições de 30 s)

7. Exercício nórdico (para extensores de perna)

8. Flexão de Braço

9. Afundo

10. Mobilização da espinha – gato



11. Relaxamento

Sessão 7. – COM BOLA - 10 repetições cada exercício

1. Equilíbrio sentado

2. Bridge

3. Bridge Unilateral

4. Abdominal com pés na bola

5. Abdominal Cruzado (pés na bola)

6. Flexão de braço (pés na bola)

7. Prancha (braços na bola)

8. Abdominal (pés na bola – flexiona e estende o joelho)

9. Prancha (pés na bola – eleva uma perna)

10. Bridge (pernas estendidas na bola – eleva uma perna)

11. Abdominal V (pés na bola)

12. Relaxamento

Sessão 8. – 10 repetições cada exercício

1. Spine Stretch

2. Bridge Unilateral

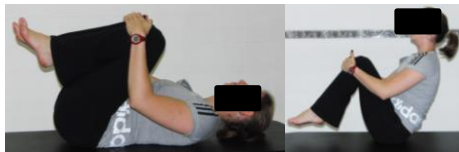
3. Roll up
4. Hip Circles
5. Leg Pull Back



6. Abdominal obliquo (pernas unidas e estendidas de um lado para outro)
7. Swimming



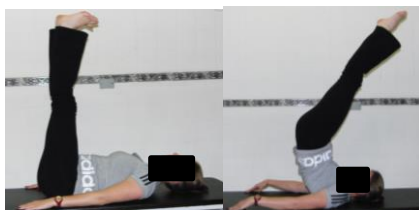
8. Rocking



9. Prancha lateral (com abdução da perna)
10. Prancha (estender um braço)
11. Agachamento
12. Equilíbrio em Tandem – olhos fechados (30s)
13. Relaxamento

Sessão 9. – 10 repetições cada exercício

1. Spine Stretch
2. Leg up and down
3. Double leg up and down
4. Jackknife



5. The Hundred
6. Oblique hundred
7. Side Kick na prancha lateral
8. Flexão de Braço
9. Flexão lombar (com adução e abdução dos braços acima da cabeça)
10. Posição unipodal ( realiza círculos com a outra perna)
11. Relaxamento

Sessão 10. – COM BOLA - 10 repetições cada exercício

1. Equilíbrio na bola (sentado e 4 apoios)
2. Abdominal (pés na bola)
3. The hundred (pés na bola)
4. Bridge unilateral (pés na bola)
5. Jacknife (bola entre as pernas)
6. Abdução de perna (deitada lateralmente na bola)
7. Flexão Lombar(deitada na bola)
8. Flexão de braço (pés na bola)
9. Abdominal (pés na bola – flexiona o joelho puxando a bola e estende)
10. Prancha pés na bola (eleva uma perna)
11. Abdominal Obliquo (deitado na bola)
12. Equilíbrio
13. Relaxamento

Sessão 11. – 10 repetições cada exercício

1. Bridge
2. Leg Pull Back
3. Back Roll
4. Jacknife com rotação
5. Tesoura
6. Abdominal V (uma perna flexionada e a outra estendida)
7. Abdominal Canivete
8. Prancha (movimenta o joelho na direção do cotovelo contrário)
9. Prancha lateral (variação avançada)
10. Flexão de braço (movimentando o joelho na direção do cotovelo)
11. Agachamento
12. Flexão Plantar unipodal
13. Equilíbrio (Movimentação da perna contrária)
14. Relaxamento

### Sessão 12 – 10 repetições cada exercício

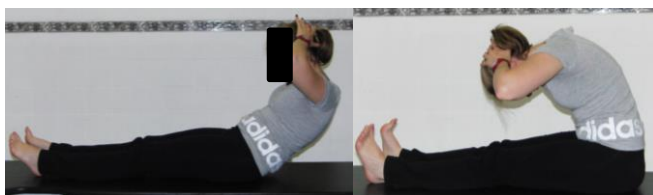
1. Leg Up and down
2. Leg Pull Back
3. Double Leg up and Down (tronco elevado)
4. The Hundred (avançado)
5. Criss Cross
6. Double leg circle
7. Equilíbrio posição em “V”- Alonga e flexiona as pernas
8. Swimming
9. Flexão lombar (variação- flexiona e estende as pernas)
10. Equilíbrio 4 apoios (mãos e pés- eleva uma mão)
11. Sustentação do posicionamento do tiro com perturbação
12. Relaxamento

### Sessão 13 – COM BOLA - 10 repetições cada exercício

1. Spine Stretch
2. Agachamento (bola apoiada na parede e na região lombar)
3. Agachamento unipodal
4. Afundo (pé de trás apoiado na bola)
5. Abdominal (deitado na bola)
6. Flexão Lombar
7. Flexão de braço (pés na bola)
8. Abdominal Obliquo (pés na bola –flexiona e estende os joelhos)
9. Prancha (mãos na bola – elevar um pé)
10. Abdominal (um pé na bola, outro elevado, flexiona e estende o joelho, puxando a bola)
11. Abdominal “V” com pés na bola
12. Double leg up and Down (bola entre as pernas)
13. Equilíbrio
14. Relaxamento

### Sessão 14 – 10 repetições cada exercício

1. Neck up



2. Single leg Stretch



3. Jacknife
4. Abdominal “canivete”
5. Leg pull back
6. Abdução de perna na prancha lateral
7. Prancha (eleva um braço)
8. Flexão de braço
9. 4 apoios (eleva braço e perna opostos)
10. Avião
11. Mobilização da coluna (gato)
12. Relaxamento

Sessão 15 – 10 repetições cada exercício

1. Bridge unilateral
2. Bridge unilateral (variação – sustenta a posição – movimenta a perna elevada)
3. Roll up (pernas flexionadas)
4. Roll up (uma perna flexionada, a outra estendida)
5. Abdominal “canivete”
6. Side kick (prancha lateral)
7. Abdominal oblíquo (movimentação das pernas unidas)
8. Abdominal oblíquo (variação – sustenta a posição com as pernas unidas elevadas e aduz a perna de baixa)
9. Abdominal Oblíquo “canivete”
10. 4 apoios (mãos e pés apoiados no chão)
11. Rocking
12. Agachamento
13. Relaxamento

Sessão 16 – COM BOLA - 10 repetições cada exercício

1. Equilíbrio
2. Flexão lombar (deitado na bola)
3. Flexão de perna (Mantem flexão lombar - deitado na bola)
4. Flexão de Braço com abdominal (pés na bola)
5. Prancha (mãos na bola – eleva e flexiona perna)
6. Prancha (mãos na bola – eleva e flexiona perna movimentando joelho em direção ao cotovelo contrário)
7. Abdominal (deitado na bola)
8. Abdominal Oblíquo (deitado na bola)
9. Abdominal Oblíquo (deitado lateralmente na bola)

10. Bridge (Ombros na bola)
11. Bridge (pés na bola – estende e flexiona o joelho)
12. Abdominal “V” pés na bola
13. Abdominal (segurando a bola com as mãos)
14. Double Leg up and Down (bola entre as pernas)
15. Relaxamento

#### Sessão 17 - 10 repetições cada exercício

1. Mobilização de pelve
2. Spine stretch
3. Roll up com Back Roll
4. Jackknife
5. Jackknife –variação
6. Bridge Unilateral
7. The hundred
8. Criss cross
9. Abdominal “canivete”
10. Flexão de braço – um pé elevado
11. Prancha eleva a perna e gira tronco
12. Swimming
13. Flexão plantar unipodal
14. Relaxamento

#### Sessão 18 – COM BOLA - 10 repetições cada exercício

1. Bridge (pernas estendidas na bola)
2. Bridge (pernas flexionadas na bola)
3. Abdominal “V” (pés na bola)
4. Obliquo roll down (segurando a bola com as mãos)
5. Abdominal canivete (bola troca entre as pernas e segurando com as mãos)
6. Jackknife (bola entre as pernas)
7. Prancha lateral (pés na bola)
8. Prancha lateral (pés na bola variação)
9. Abdução da perna (deitado lateralmente na bola)
10. Abdominal (deitado na bola)
11. Prancha (mãos na bola – eleva uma perna)
12. Flexão de braço (mãos na bola)
13. Relaxamento

### Sessão 19 – 10 repetições cada exercício

1. Swa
2. Double leg Circle
3. Double Leg Stretch
4. The Hundred (com perturbação)
5. Tesoura
6. Prancha lateral
7. Flexão de braço fechada (desce em 3 tempos)
8. Prancha (eleva um braço e perna opostos)
9. Flexão lombar (com movimento de braços)
10. Elevação corporal (sentada, apoia as mãos ao lado do quadril e eleva o quadril)



11. Avião
12. Relaxamento

### Sessão 20 – COM BOLA - 10 repetições cada exercício

1. Abdominal Obliquo (bola entre as pernas)
2. Abdominal Canivete (troca bola entre mãos e pernas)
3. Abdominal infra (segura a bola entre as pernas)
4. Abdominal “V” variação avançada – sustenta as pernas estendidas erguidas (bola entre as pernas)
5. Bridge unilateral (pernas flexionadas na bola)
6. Prancha (joelhos no chão -mãos na bola)
7. Prancha eleva a perna (mãos na bola)
8. Flexão de braço (mãos na bola e um pé elevado)
9. Abdominal (deitado na bola – um pé elevado)
10. Abdominal Oblíquo (deitado na bola)
11. Agachamento (segurando a bola com as mãos – eleva a bola acima da cabeça)
12. Flexão lombar (deitada na bola)
13. Equilíbrio
14. Relaxamento

APÊNDICE III – PARÂMETROS DE EQUILÍBRIO DURANTE O TESTE DO TIRO (MÉDIA ( $\pm$  DESVIO PADRÃO)), ANTES (PRÉ) E APÓS (PÓS) O PERÍODO DE INTERVENÇÃO DO GRUPO CONTROLE (GC) E GRUPO EXPERIMENTAL (GE).

Parâmetros de equilíbrio durante o teste do tiro (média ( $\pm$  desvio padrão)), antes (pré) e após (pós) o período de intervenção do grupo controle (GC) e grupo experimental (GE).

		GC n=17		GE n=15	
		Pré	Pós	Pré	Pós
Durante o tiro	(mm)				
	5s				
	DT	47,86 ( $\pm$ 10,46)	50,24 ( $\pm$ 14,00)	61,57 ( $\pm$ 16,12)	60,02 ( $\pm$ 17,70)
	DAP	35,76 ( $\pm$ 8,22)	37,65 ( $\pm$ 11,22)	43,78 ( $\pm$ 10,75)	44,85 ( $\pm$ 14,56)
	DML	12,09 ( $\pm$ 3,83)	12,59 ( $\pm$ 3,98)	17,78 ( $\pm$ 8,98)	15,17 ( $\pm$ 8,26)
	AREA	15,65 ( $\pm$ 12,34)	17,17 ( $\pm$ 14,35)	23,15 ( $\pm$ 12,02)	28,73 ( $\pm$ 21,55)
	1s				
	DT	9,50 ( $\pm$ 2,72)	12,23 ( $\pm$ 6,91)	12,89 ( $\pm$ 5,85)	15,06 ( $\pm$ 8,68)
	DAP	6,96 ( $\pm$ 2,27)	9,12 ( $\pm$ 6,29)	9,08 ( $\pm$ 4,29)	11,31 ( $\pm$ 7,20)
	DML	2,53 ( $\pm$ 1,06)	3,11 ( $\pm$ 2,01)	3,81 ( $\pm$ 2,50)	3,75 ( $\pm$ 2,47)
	AREA	7,82 ( $\pm$ 2,28)	10,29 ( $\pm$ 6,32)	10,32 ( $\pm$ 4,54)	12,41 ( $\pm$ 7,27)

\* $p \leq 0,01$ . DT – distância total percorrida pelo centro de pressão (COP). DAP - distância percorrida pelo COP na direção ântero-posterior. DML - distância percorrida pelo COP na direção médio lateral. Área – área total percorrida pelo COP.

APÊNDICE IV – PARÂMETROS DE EQUILÍBRIO EM POSIÇÃO *TANDEM* (MÉDIA ( $\pm$  DESVIO PADRÃO)), ANTES (PRÉ) E APÓS (PÓS) O PERÍODO DE INTERVENÇÃO DO GRUPO CONTROLE (GC) E GRUPO EXPERIMENTAL (GE).

Parâmetros de equilíbrio em posição *tandem* (média ( $\pm$  desvio padrão)), antes (pré) e após (pós) o período de intervenção do grupo controle (GC) e grupo experimental (GE).

	(mm)	GC n=17		GE n=15	
		Pré	Pós	Pré	Pós
<i>Tandem</i>	<b>DT</b>	6018,97 ( $\pm 2406,80$ )	5905,97 ( $\pm 1370,88$ )*	7700,57 ( $\pm 3057,15$ )	7971,47 ( $\pm 2153,07$ )*
	<b>DAP</b>	2469,15 ( $\pm 770,15$ )	2476,50 ( $\pm 579,76$ )	2968,17 ( $\pm 884,74$ )	2961,12 ( $\pm 599,79$ )
	<b>DML</b>	3549,81 ( $\pm 1687,67$ )	3429,46 ( $\pm 837,52$ )*	4732,40 ( $\pm 2523,59$ )	5010,35 ( $\pm 1747,75$ )*
	<b>AREA</b>	1742,28 ( $\pm 905,77$ )	1546,92 ( $\pm 419,60$ )*	2398,08 ( $\pm 1288,06$ )	2369,68 ( $\pm 963,62$ )*

\* $p \leq 0,01$ . DT – distância total percorrida pelo centro de pressão (COP). DAP - distância percorrida pelo COP na direção ântero-posterior. DML - distância percorrida pelo COP na direção médio lateral. Área – área total percorrida pelo COP.

APÊNDICE V – PARÂMETROS DO EQUILÍBRIO DURANTE O TESTE DE TIRO DE REAÇÃO (MÉDIA ( $\pm$  DESVIO PADRÃO)), ANTES (PRÉ) E APÓS (PÓS) O PERÍODO DE INTERVENÇÃO DO GRUPO CONTROLE (GC) E GRUPO EXPERIMENTAL (GE).

Parâmetros do equilíbrio durante o teste de tiro de reação (média ( $\pm$  desvio padrão)), antes (pré) e após (pós) o período de intervenção do grupo controle (GC) e grupo experimental (GE).

	(mm)	GC n=17		GE n=15	
		Pré	Pós	Pré	Pós
Durante o tiro de Reação	DT	203,98 ( $\pm$ 83,47)	185,02 ( $\pm$ 65,78)	241,98 ( $\pm$ 92,34)	179,17 ( $\pm$ 103,28)
	DAP	153,59 ( $\pm$ 61,88)	142,73 ( $\pm$ 53,24)	171,49 ( $\pm$ 54,73)	128,30 ( $\pm$ 54,62)
	DML	50,39 ( $\pm$ 32,74)	42,28 ( $\pm$ 19,07)	70,49 ( $\pm$ 49,26)	50,87 ( $\pm$ 54,66)
	AREA	499,97 ( $\pm$ 472,12)	450,81 ( $\pm$ 333,70)	675,35 ( $\pm$ 457,58)	545,00 ( $\pm$ 891,84)

p>0,01 DT – distância total percorrida pelo centro de pressão (COP). DAP - distância percorrida pelo COP na direção ântero-posterior. DML - distância percorrida pelo COP na direção médio lateral. Área – área total percorrida pelo COP.

APÊNDICE VI – PARÂMETROS DO DESEMPENHO DO TIRO (MÉDIA ( $\pm$  DESVIO PADRÃO)) ANTES (PRÉ) E APÓS (PÓS) O PERÍODO DE INTERVENÇÃO DO GRUPO CONTROLE (GC) E GRUPO EXPERIMENTAL (GE).

Parâmetros do desempenho do tiro (média ( $\pm$  desvio padrão)) antes (pré) e após (pós) o período de intervenção do grupo controle (GC) e grupo experimental (GE).

		GC n=17		GE n=15	
		Pré	Pós	Pré	Pós
Escore		6,08 ( $\pm 1,43$ )	6,91 ( $\pm 1,34$ )	5,70 ( $\pm 1,53$ )	6,50 ( $\pm 1,08$ )
5s (mm)	DTtiro	1471,78 ( $\pm 596,12$ )	1357,67 ( $\pm 413,83$ )	1558,52 ( $\pm 479,41$ )	1837,66 ( $\pm 630,34$ )
	DVtiro	979,51 ( $\pm 381,71$ )	867,05 ( $\pm 289,30$ )	912,58 ( $\pm 207,38$ )	1090,79 ( $\pm 308,33$ )
	DHtiro	912,15 ( $\pm 424,72$ )	877,83 ( $\pm 265,63$ )*	1075,74 ( $\pm 421,21$ )	1261,64 ( $\pm 531,68$ )*
	ARtiro	45,31 ( $\pm 44,78$ )	37,19 ( $\pm 24,84$ )*	51,09 ( $\pm 31,43$ )	69,84 ( $\pm 50,83$ )*
1s (mm)	DTtiro	301,52 ( $\pm 129,32$ )	255,07 ( $\pm 74,35$ )*	372,33 ( $\pm 146,23$ )	384,68 ( $\pm 141,16$ )*
	DVtiro	201,49 ( $\pm 92,51$ )	167,24 ( $\pm 52,41$ )	217,48 ( $\pm 73,87$ )	227,91 ( $\pm 83,52$ )
	DHtiro	187,30 ( $\pm 91,06$ )	163,43 ( $\pm 54,45$ )*	259,78 ( $\pm 121,44$ )	265,00 ( $\pm 118,62$ )*
	ARtiro	42,69 ( $\pm 42,55$ )	28,96 ( $\pm 15,71$ )*	71,08 ( $\pm 49,07$ )	66,16 ( $\pm 47,81$ )*

\* $p \leq 0,01$ . DT tiro = distância total percorrida pela projeção do laser; DV tiro: distância percorrida pela projeção do laser no eixo vertical; DH tiro= distância percorrida pela projeção do laser no eixo horizontal; AR tiro – área total percorrida pela projeção do laser.

## **ANEXOS**

ANEXO I - APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA.....	95
---	----



ANEXO I – Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Setor de Ciências Biológicas da UFPR.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
PARANÁ - SETOR DE  
CIÊNCIAS DA SAÚDE/ SCS -



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** Efeito da prática de pilates sobre o equilíbrio corporal de atiradores

**Pesquisador:** Araceli Goederl

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 28989514.0.0000.0102

**Instituição Proponente:** Departamento de Educação Física

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 691.034

**Data da Relatoria:** 11/06/2014

**Apresentação do Projeto:**

A pesquisa em tela pretende avaliar e comparar o equilíbrio corporal, movimentação da arma e o tempo de reação de atiradores antes e após 8 semanas de intervenção com exercícios de pilates. Para a realização do projeto serão utilizadas duas populações: homens e mulheres da comunidade que treinam tiro esportivo ou praticam tiro por lazer, que sejam saudáveis com idade de 18 a 40 anos; e homens e mulheres saudáveis, cadetes inscritos na academia de Polícia Militar do Paraná, Guatupê.

**Objetivo da Pesquisa:**

De acordo com os autores, são os objetivos:

**Objetivo Geral**

Determinar o efeito do treinamento com o método Pilates sobre o controle postural e o desempenho de atiradores em condições de tiro defensivo e esportivo.

**- Objetivos Específicos**

Verificar o efeito da prática do pilates sobre o controle postural de atiradores.

Verificar o efeito da prática do pilates sobre a estabilização central do corpo.

Verificar o efeito da prática do pilates sobre o condicionamento físico de atiradores.

**Endereço:** Rua Padre Camargo, 280

**Bairro:** 2º andar

**CEP:** 80.060-240

**UF:** PR

**Município:** CURITIBA

**Telefone:** (41)3360-7259

**E-mail:** cometica.saude@ufpr.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
PARANÁ - SETOR DE  
CIÊNCIAS DA SAÚDE/ SCS -**



Continuação do Parecer: 091.034

Verificar o efeito da prática do pilates sobre a cinemática do Tiro defensivo. (tempo de reação).

Verificar o efeito da prática do pilates sobre o desempenho de atiradores de tiro esportivo (score e controle da arma);

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

os riscos são previstos de maneira adequada

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

A pesquisa é bem descrita, contando com detalhes precisos dos métodos a serem seguidos.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Os termos são apresentados de maneira satisfatória. Foi anexada a declaração final modelo CONEP, onde o Coparticipante declara ter lido e concordar com o Parecer deste CEP/SD.

**Recomendações:**

Solicitamos que sejam apresentados a este CEP, relatórios semestrais sobre o andamento da pesquisa, bem como informações relativas às modificações do protocolo, cancelamento, encerramento e destino dos conhecimentos obtidos, através da Plataforma Brasil - no modo: NOTIFICAÇÃO. Demais alterações e prorrogação de prazo devem ser enviadas no modo EMENDA. Lembrando que o cronograma de execução da pesquisa deve ser atualizado no sistema Plataforma Brasil antes de enviar solicitação de prorrogação de prazo.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

É obrigatório retirar na secretaria do CEP/SD uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido com carimbo onde constará data de aprovação por este CEP/SD, sendo este modelo reproduzido para aplicar junto ao participante da pesquisa.

O TCLE deverá conter duas vias, uma ficará com o pesquisador e uma cópia ficará com o participante da pesquisa (Carta Circular nº. 003/2011-CONEP/CNS).

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

O TCLE deverá conter duas vias, uma ficará com o pesquisador e uma cópia ficará com o

Endereço: Rua Padre Camargo, 280

Bairro: 2º andar

CEP: 80.060-240

UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3380-7259

E-mail: cometica.saude@ufpr.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
PARANÁ - SETOR DE  
CIÊNCIAS DA SAÚDE/ SCS -



Continuação do Parecer: 691.034

participante da pesquisa, tanto o participante como o pesquisador deverão rubricar todas as páginas do TCLE, opondo assinaturas na última página do referido Termo (Carta Circular nº. 003/2011 CONEP/CNS).

CURITIBA, 18 de Junho de 2014

---

Assinado por:  
IDA CRISTINA GUBERT  
(Coordenador)

Endereço: Rua Padre Camargo, 260

Bairro: 2º andar

CEP: 80.060-240

UF: PR Município: CURITIBA

Telefone: (41)3360-7250

E-mail: cometica.saude@ufpr.br